PENGARUH BERBAGAI KONSENTRASI NAA DAN BAP TERHADAP INDUKSI KALUS DAUN PORANG (Amarphopallus muelleri Blume) SECARA IN VITRO

SKRIPSI

Oleh:

Aisyah Afifatun Nuha

NIM. 17620120



JURUSAN BIOLOGI

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG

2022

PENGARUH BERBAGAI KONSENTRASI NAA DAN BAP TERHADAP INDUKSI KALUS DAUN PORANG (Amarphopallus muelleri Blume) SECARA IN VITRO

SKRIPSI

Oleh: AISYAH AFIFATUN NUHA NIM. 17620120

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)

PROGRAM STUDI BIOLOGI FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG 2022

PENGARUH BERBAGAI KONSENTRASI NAA DAN BAP TERHADAP INDUKSI KALUS DAUN PORANG (Amorphophallus muelleri) Blume SECARA IN VITRO

SKRIPSI

Oleh: AISYAH AFIFATUN NUHA NIM. 17620120

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji: Tanggal: 07 Februari 2022

Pembimbing I

Ruri Siti Resmisari, M.Si NIP. 1979012320160801 2063 Pembimbing II

M. Mukhlis Fahruddin, M.S.I

NIPT. 201402011409

Mengetahui, Ketha Program Studi Biologi Madana Malik Ibrahim Malang

Dr. Evika Sandi Savitri, M. F

ii

PENGARUH BERBAGAI KONSENTRASI NAA DAN BAP TERHADAP INDUKSI KALUS DAUN PORANG (Amorphophallus muelleri) Blume SECARA IN VITRO

SKRIPSI

Oleh: AISYAH AFIFATUN NUHA NIM. 17620120

telah dipertahankan di depan Dewan Penguji Skripsi dan dinyatakan diterima sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) Tanggal: 15 Februari 2022

| Ketua Penguji | Dr. Evika Sandi Savitri, M.P NIP. 19741018 200312 2 002 | Jum |
|----------------------|--|------|
| Anggota Penguji 1 | Suyono, M.P NIP. 19710622 200312 1 002 | 834 |
| Anggota Penguji 2 | Ruri Siti Resmisari, M.Si NIP. 197012320160801 2063 | Kur- |
| Anggota Penguji 3 | M. Mukhlis Fahruddin, M.S.I NIPT. 201402011409 | |

Amengetahui,

Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN Amengetahui,
Ship DAN

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

HALAMAN PERSEMBAHAN

Skripsi ini dipersembahkan untuk semua orang yang telah mendukung penulis dalam penyusunan skripsi ini, khususnya:

- Ayah dan Ibu tercinta, Bapak Rudy Handoko dan Ibu Trisni Asyigah Zin yang telah merawat, mendidik serta mendoakan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
- 2. Didik Wahyudi, M.Si, selaku dosen wali yang telah memberikan bimbingan kepada penulis dari awal hingga akhir studi.
- Ruri Siti Resmisari, M.Si selaku dosen pembimbing skripsi yang telah banyak meluangkan waktu, tenaga, serta ilmu untuk memberikan bimbingan kepada penulis dengan penuh kesabaran sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan baik.
- 4. Dr. H. M. Mukhlis Fahruddin M.S.I., selaku dosen pembimbing agama yang telah banyak memberikan bimbingan terkait integrasi sains dan islam.
- 5. Mbak Lil selaku laboran Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan yang selalu mengarahkan dan membantu penulis untuk menyelesaikan skripsi.
- 6. Teman-teman tim penelitian kultur porang meliputi Khoirul Zakiyah, Asna Hayati, dan Elok Nur Maulidiyah serta teman-teman kontrakan meliputi ara, dynda, rika, nada, rafika, sasa, irma, iim, dan ni'matul yang telah meluangkan waktunya untuk membantu dan menemani peneliti hingga selesai proses pengambilan data.
- 7. Teman-teman Wolves Biologi 2017 dan Biologi kelas D 2017 yang selalu memberi semangat kepada penulis untuk menyelesaikan studi ini dengan baik.
- 8. Semua orang yang penulis sayangi dan menyayangi penulis, terutama calon imam dan kepada seluruh orang yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi.

Malang, 07 Februari 2022

Aisyah Afifatun Nuha

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama

Aisyah Afifatun Nuha

NIM

17620120

Program Studi

Biologi

Fakultas

Sains dan Teknologi

Judul Penelitian

Pengaruh Berbagai Konsentrasi NAA dan BAP Terhadap Induksi Kalus Daun Porang

(Amorphophallus muelleri) Blume Secara In

Vitro

menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilalihan data, tulisan, dan/atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan dan/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, 15 Februari 2022 yang membuat pernyataan.

7EAJX208127750

Aisyah Afifatun Nuha NIM. 17620120

MOTTO

"Teruslah menjadi orang yang mencari ilmu kapanpun dan di manapun."

"Berusaha, Berdo'a, dan Serahkan padaNya"

"Mengejar apa yang pantas untuk dikejar. Tinggalkan apa yang tidak pantas untuk dilanjutkan."

PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

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

PENGARUH BERBAGAI KONSENTRASI NAA dan BAP TERHADAP INDUKSI KALUS DAUN PORANG (Amorphophallus muelleri Blume) SECARA IN VITRO

Aisyah Afifatun Nuha, Ruri Siti Resmisari, M. Mukhlis Fahruddin

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

ABSTRAK

Porang merupakan salah satu tanaman jenis umbi-umbian dari spesies genus Amorphophallus yaitu Amorphophallus muelleri Blume yang termasuk dalam famili Araceae. Porang memiliki nilai ekonomi yang tinggi dan dapat dibudidayakan di Indonesia. Glukomannan pada porang merupakan kandungan yang sangat tinggi dibandingkan Amorphophallus lainnya, sehingga dapat dimanfaatkan dalam bidang pangan, industri dan kesehatan. Permintaan porang terus meningkat dari tahun ke tahun, akan tetapi penyediaan bibit porang masih rendah. Kultur in vitro merupakan salah satu solusi untuk menghasilkan bibit dengan jumlah tak terbatas dengan mewarisi sifat-sifat unggul induknya. Pemberian zat pengatur tumbuh auksin dan sitokinin pada media dapat mempengaruhi induksi kalus. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berbagai konsentrasi naa dan bap serta kombinasi keduanya terhadap induksi kalus daun porang (Amorphophallus muelleri blume). Perlakuan ini bersifat eksperimental, menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 25 perlakuan dan 3 kali ulangan. Terdapat 2 faktor perlakuan yaitu: konsentrasi NAA 0 mg/l; 1 mg/l; 2 mg/l; 3 mg/l dan 4 mg/l dan konsentrasi BAP 0 mg/l; 1 mg/l; 2 mg/l; 3mg/l dan 4 mg/l. Parameter yang digunakan pada penelitian adalah hari muncul kalus, persentase eksplan membentuk kalus dan berat basah kalus. Analisis pengamatan menggunakan Analysis of varian (ANAVA), kemudian dilanjutkan dengan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) dengan taraf signifikasi 5% apabila terdapat pengaruh nyata pada variabel pengamatan. Berdasarkan hasil penelitian didapatkan konsentrasi terbaik untuk induksi kalus porang dari kombinasi keduanya yaitu 1 mg/l dan 2 mg/l

Kata Kunci: Porang (Amorphophallus muelleri Blume), NAA (Naphthalene Acetic Acid), BAP (Benzylaminopurin)

EFFECT OF VARIOUS CONCENTRATIONS OF NAA and BAP ON CALLUS INDUCTION OF PORANG LEAVES (Amorphophallus muelleri Blume) IN VITRO

Aisyah Afifatun Nuha, Ruri Siti Resmisari, M. Mukhlis Fahruddin Biology Study Program, Faculty of Science and Technology Maulana Malik Ibrahim State Islamic University of Malang

ABSTRACT

Porang is a type of tuber plant from the species of the genus Amorphophallus, namely Amorphophallus muelleri Blume which is included in the family Araceae. Porang has a high economic value and can be cultivated in Indonesia. Glucomannan in porang is a very high content compared to other Amorphophallus, so it can be used in food, industry and health. The demand for porang continues to increase from year to year, but the supply of porang seeds is still low. In vitro culture is one solution to produce unlimited number of seeds by inheriting the superior characteristics of their parents. Administration of growth regulators auxin and cytokinin in the media can affect callus induction. This study aimed to determine the effect of various concentrations of naa and bap and their combination on induction of callus porang leaves (Amorphophallus muelleri blume). This treatment is experimental, using a completely randomized design (CRD) with 25 treatments and 3 replications. There are 2 treatment factors, namely: NAA concentration 0 mg/l; 1 mg/l; 2 mg/l; 3 mg/l and 4 mg/l and BAP concentration 0 mg/l; 1 mg/l; 2 mg/l; 3mg/l and 4mg/l. The parameters used in this study were callus emergence days, percentage of explants forming callus and callus wet weight. Observational analysis used the Analysis of Variance (ANAVA), then continued with the Duncan Multiple Range Test (DMRT) test with a significance level of 5% if there was a significant effect on the observed variables. Based on the results of the study, the best concentration for porang callus induction from the combination of the two was 1 mg/l and 2 mg/l

Keywords: Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume), NAA (*Naphthalene Acetic Acid*), BAP (*Benzylaminopurine*)

تأثير التراكيز المختلفة (ن أ أ) و (ب أ ف) على تحريض الكالس الجنيني لبورانج أمور فوفلوس موالاري بلومي يترك في (فيترو) عفيفة عنشة عفيفة نهى, روري سيتى رسمساري, محمد مخلص فخر الدين

دراسة علم الحياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج

الملخص

بورانج هو نوع من نباتات الدرنة من جنس أمورفوفلوس ، وهو أمورفوفلوس موالاري بلومي الذي يدخل في عائلة أراجائي. تتمتع البورانج بقيمة اقتصادية عالية ويمكن زراعتها في إندونيسيا. يحتوي الجلوكومانان الموجود في البورانج على نسبة عالية جدًا من المواد الأمورفوفلوس الأخر ، لذا يمكن استخدامه في الأغذية والصناعة والصحة. يستمر الطلب على البورانج في الزيادة من سنة إلى أخرى ، لكن المعروض من بذور البورانج لا يزال منخفضًا. تعد الزراعة في المختبر أحد الحلول لإنتاج عدد غير محدود من البذور عن طريق وراثة الخصائص المتفوقة لآبائهم. يمكن أن تؤثر إدارة منظمات النمو الأوكسين والسيتوكينين في الوسائط على تحريض الكالس. هدفت هذه الدراسة إلى تحديد تأثير تراكيز مختلفة من (ن أ أ) و (ب أ ف) ومزيجها على تحريض أوراق البورانج الجنينية (أمورفوفلوس موالاري بلومي). هذا العلاج تجريبي باستخدام التصميم العشوائي الكامل مع ٢٥ معالجة و ٣ مكررات. هناك نوعان من عوامل العلاج ، وهما: (ن أ أ) تركيز ، ميلي جرام / لتر ؛ ١ ميلي جرام / لتر ؛ ٢ ملغم / لتر و ٤ ملغم / لتر و تركيز ، (ب أ ف) ميلي جرام / لتر ؛ ١ ميلي جرام / لتر و ٢ ميلي جرام / لتر و ٢ ملغ من الكالس والوزن الرطب. في هذه الدراسة هي أيام ظهور الكالس ، النسبة المئوية للنباتات النباتية المكونة من الكالس والوزن الرطب. في هذه الدراسة هي أيام ظهور الكالس ، النسبة المئوية للنباتات النباتية المكونة من الكالس والوزن الرطب. استخدم تحليل الملاحظة تحليل النباين (أ ن أ ف أ) ، ثم تابع مع اختبار دنجان متعدد المدى (د م ر ت) بمستوى أهمية ٥٪ إذا كان هناك تأثير كبير على المتغيرات الملحوظة. بناءً على نتائج الدراسة ، كان أفضل تركيز أهمية ٥٪ إذا كان هناك تأثير كبير على المتغيرات الملحوظة. بناءً على نتائج الدراسة ، كان أفضل تركيز أهمية ٥٪ إذا كان هناك من الاثنين هو ١ ميلي جرام / لتر و ٢ ميلي جرام / لتر.

الكلمات المفاتح: بورانج (أمور فوفلوس موالاري بلومي), ن أ أ (نفطالين أجيتك أجيد), ب أ أ (بنز لامينوفورين)

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum wr. wb.

Segala puji bagi Allah SWT atas segala ridho-Nya, penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul "Pengaruh Berbagai Konsentrasi NAA dan BAP Terhadap Induksi Kalus Daun Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Secara *In Vitro*". Tidak lupa sholawat serta salam disampaikan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW, yang telah menegakkan diinul Islam yang terpatri hingga akhirul zaman. Aamiin. Penulis memahami tanpa bantuan do'a, bimbingan dari semua pihak yang terlibat akan sulit untuk menyelesaikan penelitian ini. Maka dari itu, penulis ingin mengucapkan terimakasih sebesar-besarmya kepada semua pihak yang terlibat dan telah membantu dalam memenuhi penelitian ini, khususnya kepada:

- 1. Prof. Dr. Abdul Haris, M.Ag selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
- 2. Dr. Sri Harini, M.Si selaku Dekan Fakultas Sains & Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
- 3. Dr. Evika Sandi Savitri, M.Si selaku Ketua Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang
- 4. Ruri Siti Resmisari, M.Si dan M. Mukhlis Fahruddin, M.Si selaku pembimbing I dan II, yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan keikhlasan dalam meluangkan waktu untuk membimbing penulis sehingga tugas akhir ini dapat terselesaikan.
- 5. Didik Wahyudi, M.Si selaku Dosen wali yang telah membimbing dan memberikan masukan sehingga penulis dapat menyelesaikan studi dengan baik.
- 6. Seluruh dosen dan laboran di Program Studi Biologi, Fakultas Sins dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang yang setia menemani penulis dalam melakukan penelitian di laboratorium tersebut.
- 7. Ayah dan Ibu saya serta keluarga tercinta yang telah memberikan Do'a, dukungan serta motivasi kepada penulis.
- 8. Teman-teman seperjuangan di Program Studi Biologi UIN Malang. Semoga amal baik yang telah diberikan kepada penulis mendapatkan balasan dari Allah SWT. Skripsi ini sudah ditulis secara cermat dan sebaik-baiknya, namun apabila ada kekurangan, saran dan, kritik yang membangun sangat penulis harapkan

Wassalamualaikum wr.wb.

Malang, 07 Februari 2022

Penulis

DAFTAR ISI

| HALAMAN JUDUL |
|---|
| HALAMAN PERSEMBAHANi |
| MOTTO |
| PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI |
| ABSTRAKvi |
| ABSTRACTi |
| الملخص |
| KATA PENGANTARx |
| DAFTAR ISIx |
| DAFTAR GAMBARx |
| DAFTAR TABEL xv |
| DAFTAR LAMPIRAN1 |
| BAB I PENDAHULUAN |
| 1.1 Latar Belakang |
| 1.2 Rumusan Masalah |
| 1.3 Tujuan Penelitian |
| 1.4 Hipotesis Penelitian |
| 1.5 Manfaat Penelitian |
| 1.6 Batasan Masalah |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA |
| 2.1 Tanaman Porang (Amorphophallus muelleri Blume) |
| 2.1.1 Tanaman Porang (Amorphophallus muelleri Blume) dalam Perspektif Islam |
| 2.2 Tanaman Porang (Amarphopallus muelleri Blume) |
| 2.2.1 Deskripsi Porang (Amarphopallus muelleri Blume) |
| 2.2.2 Klasifikasi Porang (Amorphophallus muelleri Blume) |
| 2.2.3 Kandungan dan Manfaat Porang (Amorphophallus muelleri Blume)1 |

| 2.3 Kultur <i>In Vitro</i> | 14 |
|---|----|
| 2.3.1 Pengertian Kultur <i>In Vitro</i> | 14 |
| 2.3.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kultur In vitro | 14 |
| 2.2.3 Keunggulan Kultur In vitro | 16 |
| 2.4 Kultur Kalus | 17 |
| 2.4.1 Tekstur Kalus | 18 |
| 2.4.2 Warna Kalus | 19 |
| 2.3.3 Berat Kalus | 20 |
| 2.5 Zat Pengatur Tumbuh | 20 |
| 2.5.2 Benzylaminopurin (BAP) | 22 |
| 2.5.3 Kombinasi NAA (Naphthalene Acetic Acid (NAA) dan BAP (6-benzylaminopurin) | 23 |
| BAB III METODOLOGI PENELITIAN | |
| 3.1 Rancangan Penelitian | 26 |
| 3.2 Waktu dan Tempat | 26 |
| 3.3 Variabel Penelitian | 26 |
| 3.4 Alat dan Bahan | 27 |
| 3.4.1 Alat | 27 |
| 3.4.2 Bahan | 27 |
| 3.5 Prosedur Penelitian | 27 |
| 3.6 Sterilisasi | 30 |
| 3.6.1 Sterilisasi Media | 30 |
| 3.7.2 Pemeliharaan Kalus | 30 |
| 3.7.3 Pengamatan | 31 |
| 3.9 Analisis Data | 32 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | |
| 4.1 Pengaruh Konsentrasi NAA Terhadap Induksi Kalus Daun Porang (Amorphophallus muelleri Blume) | 35 |
| 4.2 Pengaruh Konsentrasi BAP Terhadap Induksi Kalus Daun Porang (Amorphophallus muelleri Blume) | 39 |

| LAMPIRAN | 81 |
|---|-------------|
| DAFTAR PUSTAKA | 58 |
| 5.2 Saran | 57 |
| 5.1 Kesimpulan | 57 |
| BAB V PENUTUP | |
| 4.4 Kajian Hasil Penelitian Dalam Perspektif Islam | 51 |
| 4.3.2 Parameter Kualitatif | 45 |
| 4.3.1 Parameter Kuantitatif | 41 |
| 4.3 Pengaruh Konsentrasi Kombinasi NAA dan BAP Induksi Kalus Da (Amorphophallus muelleri Blume) | C |
| 4 3 Pengaruh Konsentrasi Kombinasi NAA dan BAP Induksi Kalus Da | alin Porang |

DAFTAR GAMBAR

Gambar

| 2.1 Tanaman Porang | 10 |
|--|----|
| 2.2 Batang Porang | |
| 2.3 Daun Porang | 11 |
| 2.4 Bunga Porang | 11 |
| 2.5 Buah Porang | 12 |
| 2.6 Umbi Porang | 12 |
| 2.7 Pembentukan Embrio Somatik | |
| 2.8 Tesktur Kalus Daun Ramin | 19 |
| 2.9 Warna Kalus Kacang Tanah Varietas Kelinci | 20 |
| 2.10 Struktur Kimia NAA | 21 |
| 2.11 Struktur Kimia BAP | 23 |
| 2.12 Interaksi Antara Auksin dan Sitokinin | 24 |
| 3.1 Alur Penelitian | 33 |
| 4.1 Hasil Induksi Kalus Daun Porang Pengaruh NAA | |
| 4.2 Hasil Induksi Kalus Daun Porang Pengaruh BAP | |

DAFTAR TABEL

| 2.1 Komposisi Murashige and Skoog | 15 |
|--|----|
| 3.1 Kombinasi Perlakuan Rancangan Penelitian | 26 |
| 4.1 Hasil Anava NAA terhadap induksi kalus daun porang | |
| (Amorphophallus muelleri Blume) | 34 |
| 4.2 Hasil uji DMRT NAA terhadap induksi kalus daun porang | |
| (Amorphophallus muelleri Blume) | 34 |
| 4.3 Hasil Anava Kombinasi NAA dan BAP terhadap induksi kalus | |
| daun porang (Amrphophallus muelleri Blume) | 41 |
| 4.4 Hasil uji DMRT NAA dan BAP terhadap induksi kalus daun | |
| porang (Amorphophallus muelleri Blume) | 42 |
| 4.5 Warna dan Tekstur Kalus Porang (Amorphophallus muelleri Blume) | 47 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Lampiran | 1. Tabel Hasil Pengamatan | 81 |
|----------|---|----|
| - | 2. Hasil Analisis Variansi dan Uji Lanjut Duncan 5% | |
| - | 3. Gambar Hasil Pengamatan | |
| - | 4. Foto Pengamatan | |

BABI

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia memiliki beberapa tumbuhan yang bisa dimanfaatkan secara turun menurun seperti salah satu contoh tanaman porang. Porang merupakan salah satu spesies genus *Amorphophallus* yaitu *Amorphophallus muelleri* Blume yang termasuk dalam famili Araceae dengan penyebarannya didominasi oleh Asia dan Afrika (Hidayah, dkk., 2018). Allah SWT telah menciptakan alam beserta isinya dengan beberapa makhluknya seperti salah satunya adalah tumbuhan. Tumbuhan pun memiliki peran yang sangat penting bagi manusia dan hewan, sebagaimana tertulis dalam Kitab Suci Al-Qur'an, QS. As-Syuara, ayat 7 yang berbunyi:

Artinya: "Dan apakah mereka tidak memerhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik" (QS. As-Syu'ara (26): 7)

Menurut tafsir Al-Qurthubi terdapat tiga penekanan yakni pada kata يَوْنِ yang artinya memperhatikan, غريم yang artinya tumbuh-tumbuhan dan كريم yang artinya mulia. Penekanan ketiga kata tersebut memiliki makna bahwa Dialah Allah Subhanu Wa Ta'ala yang Maha Agung dan Maha Kuasa telah menunjukkan kepada manusia bahwa hendaknya memperhatikan atas ciptaan-Nya yaitu salah satunya tumbuh-tumbuhan yang mulia. Tumbuh-tumbuhan yang mulia dapat diartikan tumbuhan yang bermanfaat bagi para makhluk lain-Nya, salah satunya yaitu porang.

Porang merupakan salah satu jenis umbi-umbian yang dapat ditemui di daerah tropis dan subtropis (Sari dan Suhartati, 2015). Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) termasuk tanaman asli Indonesia yang sering dijumpai di Pulau Jawa dan tergolong famili Araceae. Tanaman porang memiliki kandungan glukomanan yang lebih tinggi dibandingkan jenis Amorphophallus lainnya yaitu hingga mencapai 65

persen (Imelda, dkk, 2007). Selain itu, Wigoeno, dkk. (2013) menambahkan bahwa porang juga memiliki kandungan pati sebesar 76,5 %, protein 9,20 %, dan kandungan serat 25 %, serta memiliki kandungan lemak sebesar 0,20 % serta glukomanan yang tinggi sehingga dapat digunakan sebagai alternatif bahan pangan. Glukomanan dapat digunakan untuk berbagai macam keperluan industri, laboratorium kimia dan obatobatan. Pada bidang kesehatan, glukomanan dapat berperan sebagai pengobatan penyakit diabetes, mengurangi sembelit, mengaktivasi energi kolon (Chen, *et al.*, 2006), mencegah penyakit jantung dengan menurunkan kolesterol dan mengurangi respon glukemik (Anindita, dkk., 2016), serta kontrol obesitas dan meningkatkan aktivitas usus (Faridah, 2011). Sedangkan dalam bidang industri porang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan plastik *biodegradable* (Pradipta & Mawarani, 2012) atau dapat dikembangkan lebih lanjut menjadi *edible film* (Siswanti, 2009), bahan pembuatan kertas dan kosmetik (Chairul, 2006).

Saat ini umbi porang merupakan komoditi ekspor tertinggi ke-3 di Provinsi Jawa Timur karena nilai ekonomi dari porang yang tinggi sehingga permintaan porang dari tahun ke tahun selalu mengalami peningkatan. Permintaan porang pada tahun 2007 sebesar 3000 ton per tahun, tetapi masih tercukupi sekitar 600 ton per tahun. Hal tersebut membuat pemerintah Jawa Timur menggalakkan penanaman porang secara besar-besaran dengan menyiapkan lahan luas 1605,3 ha sebagai lahan menanam porang, tetapi terdapat permasalahan baru yakni keterbatasan benih sehingga realisasi program tersebut menjadi terhambat (Anturida, dkk., 2015).

Perbanyakan tanaman porang bisa dilakukan dengan menggunakan umbi batang, biji, umbi daun (bulbil), dan daun (Sumarwoto, 2008). Perbanyakan tanaman porang jika dilakukan secara vegetatif maka dapat menggunakan bulbil dan umbinya, sedangkan secara generatif yaitu melalui biji (Dewi, dkk., 2015). Tumbuhan porang memiliki 3 siklus yakni siklus pertama dan kedua untuk fase pertumbuhan vegegatif dan yang ketiga adalah fase pertumbuhan generatif. Bibit berupa umbi batang yang dapat digunakan yaitu berumur kurang lebih 1 tahun. Satu umbi menghasilkan satu bibit untuk ditanam. Tumbuhan porang yang cukup tua dapat

menghasilkan bulbil ±40 buah/pohon. Sedangkan biji didapatkan setelah porang berbunga setiap periode 3-4 tahun, satu tongkol buah menghasilkan biji ±250 butir yang dapat digunakan sebagai benih/bibit (Sari & Suhartati, 2015). Ketersediaan biji porang untuk perbanyakan porang terbatas, karena pemasakan biji porang mulai dari berbunga tersebut pun memerlukan waktu sekitar 12 bulan dan porang mulai berbunga setelah umbi berumur tiga tahun (Santosa, *et al.*, 2016). Lamanya diperoleh benih/bibit porang maka diperlukan suatu teknik yang tepat agar porang dapat diperoleh secara berkala yaitu melalui teknik kultur *in vitro*.

Kultur *in vitro* adalah suatu metode mengisolasi bagian dari tanaman seperti protoplasma, sel, sekelompok sel, jaringan dan organ, serta menumbuhkan dalam kondisi aseptik sehingga bagian-bagian tersebut dapat memperbanyak diri dan beregenerasi menjadi tanaman lengkap kembali. Perbanyakan tanaman secara *in vitro* antara lain dapat dilakukan melalui embryogenesis somatik, regenerasi organ adventif, dan pembentukan cabang aksilar (Lidyawati, *et al.*, 2012). Jaringan tanaman ditumbuhkan disimpan dalam botol kaca atau wadah tembus cahaya agar dapat berfotosintesis. Melalui teknik kultur *in vitro* ini maka bisa menghasilkan bibit dengan jumlah tak terbatas dan mewarisi sifat-sifat unggul induknya (Raharja & Wiriyanta, 2003). Salah satu metode yang digunakan dalam teknik *in vitro* dengan menginduksi kalus embriogenik daun porang.

Induksi kalus adalah langkah awal dari teknik kultur *in vitro* yang berfungsi untuk menghasilkan dan memperbanyak sel kalus secara massal. Kalus tersebut yakni sumber bahan tanam untuk regenerasi suatu tanaman, karena pada setiap satu sel tanaman mempunyai potensi untuk menjadi satu individu tanaman baru (Rasud & Bustaman, 2020). Embrio somatik biasanya berasal dari sel tunggal yang berkembang membentuk fase globuler, hati, torpedo, dan akhirnya menjadi embrio somatik dewasa yang siap dikecambahkan membentuk planlet atau tanaman utuh. Penggunaan embriogenesis somatik dapat mempercepat keberhasilan pada proses pemuliaan karena embrio somatik dapat berasal dari satu sel somatik (Sapsuha, *et al.*, 2011).

Embrio yang terbentuk dari sel-sel somatik akan tumbuh dan berkembang menjadi tanaman utuh (Rusdianto & Indrianto, 2015).

Keberhasilan dalam kultur *in vitro* juga tak lepas dari penggunaan eksplan. Eksplan yang akan digunakan secara umum yakni jaringan muda yang tumbuh aktif (Yusnita, 2003). Kalus embriogenik dapat diperoleh dari jaringan meristematik atau jaringan yang masih aktif membelah dengan cepat seperti daun yang masih muda. Kalus akan tumbuh biasanya dimulai dari pangkal daun atau sebagian dimulai dari daerah daun yang terluka (Roostika, et al., 2012). Selain itu, daun muda adalah organ tanaman yang beregenerasi tinggi dan mudah didapatkan (Wulandari, dkk., 2004). Pada tahap pembentukan kalus sering digunakan zat pengatur tumbuh seperti NAA apabila embrio somatik melalui fase kalus (Sukmadiaja, 2005) Benzylaminopurine (BAP) (Rusdianto & Indrianto, 2015)

Salah satu faktor keberhasilan kultur *in vitro* yaitu dalam penentuan zat pengatur tumbuh. Zat pengatur tumbuh yang sering digunakan untuk induksi kalus yakni golongan auksin dan sitokinin. Induksi kalus dapat dipengaruhi oleh penambahan kadar hormon auksin dan sitokinin yang seimbang karena berdampak pada munculnya kalus, sehingga diperlukan kombinasi ZPT yang tepat agar dapat menginduksi pembentukan kalus yang lebih optimal. Pemberian zat pengatur tumbuh dengan metode kombinasi antara media dasar yang tepat maka akan meningkatkan pembelahan sel. Selain itu, lebih efektif merangsang pertumbuhan kalus daripada diberikan secara tunggal pada konsentrasi yang sama (Lestari, 2011).

Mardhiyetti, dkk. (2015) menyatakan bahwa zat pengatur tumbuh *Naphthalene Acetic Acid* (NAA) adalah auksin sintetik yang sering ditambahkan dalam media tanam karena mempunyai sifat lebih stabil serta tidak mudah terurai oleh enzim yang dikeluarkan sel atau pemanasan pada saat proses sterilisasi. Puteri, dkk. (2015) menyatakan bahwa NAA lebih efektif karena NAA tidak dapat dirusak oleh enzim lainnya, sehingga dapat bertahan lebih lama dan tingkat kestabilan terhadap oksidae dan cahaya lebih baik. Selain itu, NAA merupakan golongan auksin

yang berperan dalam mempengaruhi induksi pemanjangan sel, penghambatan pucuk aksilar dan insiasi akar (Wattimena, *et al.*, 1992).

Menurut Indah (2013), BAP (benzylaminopurin) merupakan salah satu golongan sitokinin yang berperan dalam kultur kalus, karena dapat memicu pembelahan dan pemanjangan sel menjadi lebih cepat. Selain itu BAP bersifat lebih stabil dan efektif dari kinetin lainnya serta mudah didapatkan. Nisak, dkk (2012) lebih resisten terhadap degradasi yakni pada suhu dan pencahayaan yang tinggi ketika inkubasi dan harga lebih terjangkau. Ayuningrum, dkk. (2015) menyatakan bahwa BAP (benzylaminopurin) mudah untuk ditranslokasikan, dapat menstimulasi pertumbuhan kalus dan meregenerasi kalus maupun tunas lebih aktif.

Penelitian kultur *in vitro* melalui metode induksi kalus dengan berbagai macam konsentrasi telah dilakukan di beberapa tanaman seperti *Centella asiatica*, kombinasi perlakuan NAA 3 mg/l dan BAP 4 mg/l efektif menghasilkan kalus yang paling baik yakni waktu pembentukan kalus lebih awal yaitu 25 hari (Sudrajad, 2015). Puteri, dkk. (2014) menambahkan bahwa pada *Annona muricata* L, kombinasi hormon NAA 3 mg/l dan BAP 1 mg/l yakni lebih optimal menghasilkan kalus embriogenik berwarna putih kuning dengan waktu tercepat selama 7 hari. Pada *Piper retrofractum* yakni dengan penambahan kombinasi seimbang NAA 0.5 mg/l dan BAP 0.5 mg/l terbukti dapat menginduksi kalus embriogenik berwarna putih dan dengan waktu tumbuh lebih cepat 11 hari (Junairiah, 2018). Oleh sebab itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh dari berbagai konsentrasi NAA dan BAP sehingga didapatkan konsentrasi yang baik melalui induksi kalus *Amorphophallus muelleri* Blume.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dilakukannya penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh berbagai konsentrasi NAA terhadap induksi kalus daun porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)?

- 2. Bagaimana pengaruh berbagai konsentrasi BAP terhadap induksi kalus daun porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)?
- 3. Bagaimana pengaruh kombinasi konsentrasi NAA dan BAP terhadap induksi kalus daun porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah:

- 1. Untuk mengetahui pengaruh berbagai konsentrasi NAA terhadap induksi kalus daun porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).
- 2. Untuk mengetahui pengaruh berbagai konsentrasi BAP terhadap induksi kalus daun porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).
- 3. Untuk mengetahui pengaruh kombinasi konsentrasi NAA dan BAP terhadap induksi kalus daun porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).

1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah

- 1. Terdapat pengaruh pemberian berbagai konsentrasi NAA terhadap induksi kalus daun porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).
- 2. Terdapat pengaruh pemberian berbagai konsentrasi BAP terhadap induksi kalus daun porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).
- 3. Terdapat pengaruh pemberian kombinasi konsentrasi NAA dan BAP terhadap induksi kalus daun porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah

- Memberikan informasi tentang pemberian konsentrasi NAA dan BAP yang baik dan responnya terhadap induksi kalus porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).
- 2. Mengenalkan teknik kultur in vitro

- 3. Menghasilkan kalus porang berkualitas yang banyak dengan waktu singkat sehingga dapat dijadikan bibit yang berkualitas untuk memenuhi permintaan pasar
- 4. Menjadi acuan penelitian induksi kalus porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) selanjutnya secara *in vitro*

1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah dari penelitian ini adalah

- Eksplan yang digunakan adalah daun muda porang (Amorphophallus muelleri Blume) yang ditumbuhkan dari laboratorium kultur jaringan UIN Maulana Malik Ibrahim Malang
- 2. Media yang digunakan pada penelitian ini adalah media MS Media MS (Murashige and Skoong) dengan penambahan berbagai konsentrasi NAA (Naphthalene Acetic Acid) dan BAP (benzylaminopurin)
- 3. Konsentrasi NAA yang digunakan adalah 0 mg/l, 1 mg/l, 2 mg/l, 3 mg/l, 4 mg/l dan konsentrasi BAP yang digunakan adalah 0 mg/l, 1 mg/l, 2 mg/l, 3 mg/l, 4 mg/l
- 4. Parameter yang diamati secara kuantitatif adalah hari muncul kalus, berat basah kalus dan persentase eksplan membentuk kalus serta secara kualitatif adalah warna kalus dan tekstur kalus.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Porang (Amorphophallus muelleri Blume)

2.1.1 Tanaman Porang (Amorphophallus muelleri Blume) dalam Perspektif Islam

Allah Subhaanahu wa Ta'alaa telah menciptakan langit dan bumi seisinya dengan begitu sempurna. Kehidupan makhluk hidup yang ada di bumi ini pun telah diatur oleh-Nya sehingga terdapat begitu manfaat sesama makhluk hidup tersebut. Salah satu dari ciptaan-Nya yang bermanfaat adalah tumbuhan. Tumbuhan dapat tumbuh atas izin Allah Subahanu wa Ta'alaa, sebagaimana tertulis dalam Kitab Suci Al-Qur'an, QS. At-Thaha ayat 53, sebagai berikut:

Artinya: "Yang telah menjadikan bagimu bumi sebagai hamparan dan yang telah menjadikan bagimu di bumi itu jalanjalan, dan menurunkan dari langit air hujan. Maka Kami tumbuhkan dengan air hujan itu berenis-jenis dari tumbuhan yang bermacam-macam" (At-Thaha: 53)

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT telah menciptakan bumi sebagai limpahan rahmat dan nikmat bagi makhluk-makhluk-Nya. Air hujan yang turun akan diserap oleh tumbuhan sebagai sumber kehidupan. Tumbuhan tersebut ditumbuhkan oleh Allah SWT dengan berbagai macam variasi warna, rasa, bentuk dan lain sebagainya. Menurut Tafsir Jalalain bahwa pada lafal الْأَرْضَ مَهْدًا bermakna Allah SWT menjadikan bumi sebagai hamparan untuk tempat berpijak, lafal وَأَنْزُلُ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً yang merupakan sifat dari lingit berupa hujan sebagai nikmat dari-Nya, lafal

bermacam-macam warna dan rasa, sehingga tumbuhlah tumbuhan-tumbuhan yang beraneka ragam (Al Mahalli, 2000). Tumbuhan pun memiliki peran yang sangat penting bagi manusia dan hewan, sebagaimana telah tertulis dalam Kitab Suci Al-Qur'an, QS. As-Syuara, ayat 7 yang berbunyi:

Artinya: "Dan apakah mereka tidak memerhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik" (QS. As-Syu'ara (26): 7)

Menurut *Tafsir Al-Qurthubi* (2000) bahwa terdapat tiga penekanan kata yakni pada kata يَرَقِ yang artinya memperhatikan, yang artinya tumbuh-tumbuhan dan كَرِيْمِ artinya mulia yang mengacu pada kata bermakna menumbuhkan tumbuh-tumbuhan yang baik. Penekanan ketiga kata tersebut memiliki makna bahwa Allah SWT yang Maha Agung dan Maha Kuasa telah menunjukkan kepada manusia bahwa hendaknya memperhatikan atas ciptaan-Nya yaitu salah satunya tumbuh-tumbuhan yang mulia. Tumbuh-tumbuhan yang mulia dapat diartikan tumbuhan yang bermanfaat bagi para makhluk lain-Nya, salah satunya yaitu porang.

2.2 Tanaman Porang (Amarphopallus muelleri Blume)

2.2.1 Deskripsi Porang (*Amarphopallus muelleri* Blume)

Amorphophallus muelleri sering disebut dengan iles-iles, porang atau coplok (Jawa Timur) dan lotrok (Yogyakarta) (Hidayah, 2018), acung atau acoan (Sunda), atau kerubut (Sumatera) (Mejaya, 2015). Porang merupakan salah satu tumbuhan semak (herba) yang berumbi di dalam tanah dari famili Araceae. Tanaman porang hidup di daerah tinggi dengan kelembapan yang cukup, memiliki akar berwarna putih (Sunarti, 2017) berakar primer, tumbuh dari bagian pangkal batang dan sebagian menyelimuti umbi. Pertumbuhan akar terjadi sekitar 7-14 hari yang kemudian tumbuh tunas baru, jadi tidak mempunyai akar tunggang (Mejaya, 2015) serta dapat tumbuh dan berkembang

dengan baik dibawah tegakan atau naungan dengan intensitas cahaya kurang lebih 50-70% (Padusung, dkk., 2020).



Gambar 2.1 Tanaman porang (Sunarti, 2017)

Batang tumbuh tegak, lunak, tekstur halus berwarna hijau dengan belang-belang putih, menyatu dengan umbi dan merupakan bagian kecil bonggol umbi, berbatang tunggal dan semu, memecah menjadi tiga batang sekunder dan akan memecah lagi menjadi tangkai daun (Mejaya, 2015). Tangkai daun utama bercabang menjadi tiga cabang sekunder dan akan bercabang lagi menjadi tangkai helai daun, tesktur halus, berwarna hijau hingga hijau kecoklatan dengan bercak putih (Sunarti, 2015) berbentuk bulat atau kelah ketupat (Sulistiyo, dkk, 2015).



Gambar 2.2 Batang porang (Mejaya, 2015)

Menurut Mejaya (2015) Daun porang termasuk daun majemuk menjari, berwarna hijau muda sampai hijau tua, warna tepi daun ungu muda (daun muda), hijau (daun umur sedang), dan kuning daun tua). Setiap batang tanaman

terdapat 4 daun majemuk dan setiap daun majemuk terdapat sekitar 10 helai daun. Bentuk anak helai daun ellip, ujung daun runcing, permukaan daun halus bergelombang (Sulistiyo, dkk, 2015).



Gambar 2.3 Daun porang (Mejaya, 2015)

Bentuk bunga seperti ujung tombak tumpul dan tinggi 10-20 cm (Sumarwoto, 2005). Bunga tersusun atas seludang bunga, putik, dan benangsari. Seludang bunga bentuk agak bulat, agak tegak, tinggi sekitar 20-28 cm, bagian bawah berwarna hijau keunguan dengan bercak putih, bagian atas berwarna jingga berbercak putih. Putik berwarna merah hati (maron), benang sari terletak di atas putik, terdiri atas benangsari fertil (di bawah) dan benangsari steril (di atas) (Mejaya, 2015).



Gambar 2.4 Bunga porang (Mejaya, 2015)

Menurut Mejaya (2015) Tipe buah porang adalah berdaging dan majemuk, berwarna hijau muda (waktu muda), kuning kehijauan (waktu mulai tua) dan orange-merah (masak). Bentuk tandan buah lonjong meruncing ke pangkal, tinggi sekitar 10-22 cm. Setiap tandan mempunyai buah 100-450 biji (rata-rata 300 biji), bentuk oval. Setiap buah mengandung 2 biji. Umur mulai pembungaan (saat keluar bunga) sampai biji masak mencapai 8-9 bulan. Biji mengalami dormansi selama 1-2 bulan (Sumarwoto, 2005).



Gambar 2.5 Buah porang (Mejaya, 2015)

Umbi porang merupakan umbi tunggal, diameter mencapai 28 cm, berat 3 kg, permukaan luar umbi berwarna coklat tua dan bagian dalam berwarna kuning kecoklatan. Bentuk bulat agak lonjong, berserabut akar. Bobot umbi yakni 50-200 g (satu periode tumbuh), 250-1.350 g (dua periode tumbuh) dan 450-3.350 g (tiga periode tumbuh), sedangkan jika menggunakan bibit dari bulbil/katak maka hasil umbi berkisar antara 100-200 g/pohon (Mejaya, 2015), tidak memiliki mata tunas dan tesktur halus (Sulistiyo, dkk, 2015).



Gambar 2.6 Umbi porang (Mejaya, 2015)

13

2.2.2 Klasifikasi Porang (Amorphophallus muelleri Blume)

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

Kingdom: Plantae

Subkingdom: Tracheobionta

Superdivision: Spermatophyta

Division: Magnoliophyta

Subclass: Arecidae

Order: Arales

Family: Araceae

Genus: Amorphophallus

Spesies: Amorphophallus muelleri Blume

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

Umbi porang (Amorphophallus muelleri Blume) memiliki kandungan glukomannan yang sangat tinggi sekitar 40-60%, abu (4,47%), air (8,71%), protein (3,34%), lemak (2,98%), pati (3,09%), serta kalsium oksalat (22,72%) (Widjanarko, et al., 2015). Glukomanan merupakan polisakarida larut air terdiri atas satuan-satuan D-glukosa dan D-mannosa, dalam satu molekul glukomannan terdapat D-mannosa sebanyak 67% dan D-glukosa 33% (Saputro, et, al., 2014) yang bersifat hidrokoloid kuat, dapat membentuk gel, bervisikositas tinggi, rendah kalori, sehingga berpotensi tinggi untuk dikembangkan pada industri pangan dan non pangan (Faridah, 2014).

Pengelolaan umbi porang dengan kandungan serat tanpa kolesterol dan glukomanan didalamnya dapat menghasilkan tepung sebagai bahan makanan. Biasanya di Jepang digunakan menjadi bahan konyaku (sejenis tahu) dan shierataki (mie), rangginang, bahan campuran minuman (Indriyani, et al.,2010) serta pengganti agar-agar dan gelatin (Rahmadaniarti, 2015). Selain itu, di bidang kesehatan pun dapat dimanfaatkan sebagai makanan untuk program diet, mencegah penyakit jantung, menurunkan kolesterol, mengurangi respon glikemik serta penurun berat badan (Chairiyah, et al., 2014).

Manfaat porang dalam bidang industri adalah sebagai *edibel film* (Siswanti, 2013), bahan perekat, isolasi, cat, payung, kosmetik (Alamsyah, 2019), tekstil, kertas, industri minyak kasar, penjernih limbah pertambangan (Dwiyono, *et al.*, 2014) dan pita seluloid (Rahmadaniarti, 2015). Selain itu, porang dalam bidang farmasi memiliki daya guna sebagai bahan pengisi, penghancur dan pengikat tablet atau pembungkus kapsul (Sugiyono & Perwitosari, 2016).

2.3 Kultur In Vitro

2.3.1 Pengertian Kultur In Vitro

Kultur *in vitro* yakni teknik mengisolasi sel, protoplasma, jaringan, dan organ serta menumbuhkan bagian tersebut pada nutrisi yang mengandung zat pengatur tumbuh tanaman pada kondisi aseptik sehingga bagian-bagian tersebut dapat memperbanyak diri dan beregenerasi menjadi tanaman sempurna (Anitasari, *et al.*, 2018). Perbanyakan secara *in vitro* merupakan teknik yang dapat memperoleh bibit tanaman secara massal dalam waktu yang relatif singkat (Pramanik & Rachmawati, 2010; Hoesen, *et al.*, 2004). Prinsip dari kultur *in vitro* yakni didasari oleh teori totipotensi sel (*cellular totipotency*), bahwa setiap sel tanaman dapat beregenerasi menjadi tanaman utuh dan sifatnya identik dengan induknya (Dwiyani, 2015).

2.3.2 Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kultur In vitro

Faktor-faktor yang mempengaruhi kultur in vitro meliputi:

1. Eksplan

Eksplan merupakan bahan tanam yang digunakan dalam mikropropagasi berupa sel, protoplas, epidermis, empulur, meristem apikal

atau lateral, tunas apikal maupun lateral, batang, daun dan akar. *In vitro* berasal dari bahasa latin yang berarti 'di dalam gelas, dalam artian proses tersebut berlangsung di dalam tabung gelas atau botol kultur, sehingga eksplan yang digunakan akan ditanam di dalam botol kultur yang sudah terisikan media. Eksplan yang ditanam akan membentuk bentukan baru sebelum menjadi plantlet, biasanya berupa jaringan muda karena bersifat mudah terdeferensiasi (Dwiyani, 2015).

2. Media

Media merupakan faktor utama dalam perbanyakan kultur *in vitro* karena keberhasilan perbanyakan dan perkembangbiakan tanaman sangat tergantung pada jenis media. Media tanam tersebut berpengaruh bagi pertumbuhan dan perkembangan eksplan serta bibit yang dihasilkan (Tuhuteru, *et al.*, 2018). Media tanam kultur *in vitro* terdiri dari dua jenis yaitu, media cair dan media padat. Media cair digunakan untuk menumbuhkan eksplan sampai terbentuk PLB (*protocorm like body*) yaitu eksplan yang akan tumbuh jaringan seperti kalus berwarna putih. Media padat digunakan untuk menumbuhkan PLB sampai terbentuk planlet (Rahardja & Wahyu, 2003).

Media Murashige dan Skoog (MS) merupakan media dasar yang sering digunakan dalam kultur *in vitro*. Media MS memiliki kandungan nitrat, kalium, dan amonium yang tinggi yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman (Setiawati, *et al.*, 2018). Menurut Dwiyani (2015) terdapat beberapa komposisi yang terkandung dalam Murashige dan Skoog (MS), sebagai berikut:

Tabel 2.1 Komposisi murashige dan skoog

| Komponen | Komposisi (mg/l) |
|--------------------------------------|------------------|
| Hara Makro | |
| KH ₄ NO ₃ | 1.650 |
| CaCl ₂ -2H ₂ O | 332,2 |
| MgSO ₄₋ 7H ₂ O | 370 |
| KH ₂ PO ₄ | 170 |
| KNO ₃ | 1.900 |
| Hara Mikro | |

| Na ₂ MoO ₄ 2H ₂ O | 0,25 |
|--|-------|
| FeSO ₄ 7H ₂ O | 27,8 |
| CuSO ₄₋ 5H ₂ O | 0,025 |
| H_3BO_3 | 6,2 |
| ZnSO ₄₋ 7H ₂ O | 8,6 |
| MnSO ₄₋ H ₂ O | 19,9 |
| Kl | 0,83 |
| Na ₂ EDTA | 37,3 |
| CoCl ₂ -6H ₂ O | 0,025 |

3. Faktor Lingkungan

Keberhasilan kultur jaringan tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya sterilisasi, pH, cahaya dan temperatur atau suhu (Pangestika, *et al.*, 2017). Menurut Kristina & Bermawe (1999) bahwa sel-sel tanaman membutuhkan pH yang sedikit asam berkisar antara 5,5-5,8. Batas pH medium budidaya *in vitro* kebanyakan memakai derajat kemasaman berkisar 4.8-5.6. Jika pH <5,5 maka ditambahkan NaOH dan pH >5,8 maka ditambahkan HCl.

Kuantitas dan kualitas cahaya, yaitu intensitas, lama penyinaran dan panjang gelombang cahaya mempengaruhi pertumbuhan eksplan dalam kultur invitro. Pertumbuhan organ atau jaringan tanaman dalam kultur in-vitro umumnya tidak dihambat oleh cahaya, namun pertumbuhan kalus umumnya dihambat oleh cahaya (Dwiyani, 2015). Suhu ruang kultur yang optimum yakni berkisar antara 20°C-30°C memadai untuk pertumbuhan eksplan. Kelembaban pun juga salah satu faktor keberhasilan kultur *in vitro* karena untuk mencegah kultur kehilangan air dengan cepat. Biasanya kelembaban rata-rata sebesar 69% dengan kisaran kelembaban terendah sebesar 62%, dan tertinggi 79% (Amien, *et al.*, 2017)

2.2.3 Keunggulan Kultur In vitro

Keuntungan teknik kultur *in vitro* yakni dapat dilakukan dengan tidak bergantung musim, eksplan hanya menggunakan sebagian kecil dari tanaman tersebut (Karjadi & Buchory, 2008), memiliki sifat yang sama dengan

induknya, seragam, jumlah banyak serta bebas penyakit (Yusnita, 2003), daerah pembibitannya tidak perlu yang luas, kualitas mutu bibit baik (Syatria, *et a.l*, 2019), solusi menjaga koleksi tanaman pada plasma nutfah (Barus & Restuati, 2007), dapat mempertahankan sifat unggul, memperbanyak tanaman yang tak memiliki biji atau sulit berbiji (Dwiyani, 2015).

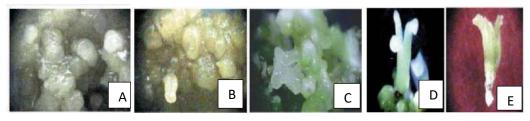
2.4 Kultur Kalus

Kalus merupakan suatu kumpulan masa sel yang terbentuk dari sel-sel jaringan yang terus menerus membelah diri. Pembentukan kalus terjadi karena sel dapat berpoliferasi pada bekas-bekas luka irisan bagian tanaman tersebut (Fauziyyah, *et al.*, 2012). Menurut Subarnas (2011) bahwa kalus dapat dihasilkan dari beberapa organ tanaman seperti akar, daun muda, tunas, hipokotil, endosperm dan mesofil. Organ tanaman tersebut merupakan eksplan dari jaringan muda. Eksplan tersebut memiliki kondisi fisiologis untuk dapat diinduksi membentuk kalus pada medium nutrisi yang tepat dengan terlebih dahulu disterilisasi dan dipotong ukuran kecil. Namun, terdapat perbedaan kecepatan pembelahan sel yang ditunjukkan setiap organnya. Dwiyani (2015) menyatakan kalus merupakan bentukan sebelum terbentuknya embrio dalam proses embriogenesis somatik dan organ pada organogenesis.

Terdapat dua macam kalus yang terbentuk dalam kultur *in vitro* yaitu kalus embriogenik dan non-embriogenik. Kalus embriogenik merupakan kalus yang berpotensi untuk beregenerasi menjadi tanaman baru melalui organogenesis maupun embriogenesis. Sedangkan kalus non-embriogenik merupakan kalus yang tidak berpotensi untuk beregenerasi menjadi tanaman (Sukmadjaja, 2005)

Regenerasi tanaman melalui teknik kultur *in vitro* dapat dilakuan dengan cara organogenesis atau embrio somatik (embriogenesis) (Sari, *et al.*, 2014). Embriogenesis somatik dapat terjadi baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Embriogenesis somatik yang terjadi secara tidak langsung diawali dengan pembentukan kalus dan embryoid (Yelnititis, 2012). Syarat utama dalam embrio somatik yakni pembentukan sel atau kalus yang embriogenik. Biasanya

kalus embriogenik dapat diperoleh dari embrio benih, nukleus, ataupun jaringan meristematik (Ilyas, *et al.*, 2016). Adapun regenerasi melalui embriogenesis, terdapat beberapa tahapan dari eskplan menjadi tanaman utuh, diantaranya: induksi kalus, poliferasi, dan diferensiasi jaringan. Pada umumnya pembentukan somatik didahului dengan pembentukan jaringan embriogenik, lalu dilanjutkan pembentukan struktur embrio globular, hati, torpedo, kotiledon dan embrio dewasa (Handayani, 2008) (Gambar 1). Menurut Taryono (2016) bahwa perbanyakan kalus embriogenik ini dapat dilakukan dengan menggunakan media padat ataupun media cair. Perbanyakan tersebut lebih baik menggunakan media cair agar sel tumbuh lebih cepat.



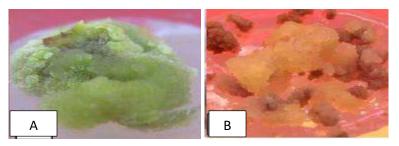
Gambar 2.7 Pembentukan embrio somatik: (a) tahap globular, (b) tahap hati, (c) tahap torpedo, (d) tahap kotiledon, (e) tahap embrio dewasa (Sukmadjaja, 2005)

2.4.1 Tekstur Kalus

Kalus dapat dibedakan berdasarkan tesktur dan komposisi selnya menjadi kalus kompak dan kalus remah. Kalus kompak bertekstur padat dan keras, yang tersusun dari sel-sel kecil yang sangat rapat, sedangkan kalus remah bertekstur lunak dan tersusun dari sel-sel dengan ruang antar sel yang banyak. Perbedaan tekstur kalus menimbulkan adanya perbedaan kemampuan untuk memproduksi metabolit sekunder lebih banyak daripada kalus remah (Subarnas, 2011).

Kalus remah merupakan kalus yang baik untuk perbanyakan jaringan. Kalus remah ialah kalus yang tumbuh terpisah-pisah menjadi bagian-bagian yang kecil, mudah lepas, dan mengandung banyak air (Sitorus, 2011). Kalus remah sangat cocok digunakan untuk pertumbuhan sebagai kalus suspense. Kalus remah tidak dapat menjadi kalus kompak akan tetapi kalus kompak dapat menjadi kalus

remah (Alitalia, 2008). Kalus remah bisa terbentuk secara langsung atau dengan cara subkultur berulang pada perlakuan yang sama ataupun berbeda. Kalus remah biasanya termasuk kalus embriogenik (Yelnititis, 2012)



Gambar 2.8 Tekstur kalus daun ramin: (a) kalus kompak dan (b) kalus remah (Yelnititis, 2012)

2.4.2 Warna Kalus

Warna kalus merupakan salah satu indikator untuk melihat pertumbuhan kalus. Kalus yang baik yakni berwarna putih yang menunjukkan bahwa sel-sel kalus dalam kondisi aktif membelah. Warna kalus dapat menandakan kandungan klorofil dalam jaringan, semakin hijau warna kalus menunjukkan banyaknya kandungan klorofil dalam suatu kalus (Dwi, 2012). Kalus yang memiliki warna putih merupakan jaringan embriogenik yang belum mengandung kloroplas, tetapi memiliki kandungan butir pati yang tinggi (Ariati, 2012). Warna kalus kecoklatan memiliki ciri adanya penuaan sel pada kalus. Semakin gelap (coklat) warna kalus menandakan bahwa menurunnya pertumbuhan suatu kalus (Zulkarnain & Lizawati, 2011). Warna kalus kecokletan nantinya akan menghambat pertumbuhan dan kematian jaringan yang disebabkan oleh metabolisme senyawa fenol yang sifatnya toksik (Lizawati, 2012).

Perbedaan kondisi warna kalus disebabkan oleh adanya pigmentasi, pengaruh cahaya dan bagian tanaman yang dijadikan sebagai sumber eksplan (Hendaryono & Wijayani, 1994). Regenerasi kalus yang dapat membentuk tunas dan menandakan terjadinya morfogenesis dapat diketahui dari perubahan warna kalus yakni dari kecokletan atau dari kuning menjadi putih kekuningan selanjutnya menjadi kehijauan (Lestari & Mariska, 2003). Hal yang dapat

mempengaruhi perubahan warna kalus yaitu konsentrasi zat pengatur tumbuh yang diberikan pada media tanam (Lizawati, 2012).



Gambar 2.9 Warna kalus kacang tanah varietas kelinci: (a) putih kecoklatan, (b) putih kekuningan, dan (c) putih kehijauan (Royani, 2015)

2.3.3 Berat Kalus

Parameter yang digunakan dalam mengamati pertumbuhan kalus yakni salah satunya berat basah kalus (Nurilmala, 2018). Hasil berat basah kalus tergantung pada kecepatan sel-sel tanaman dalam pembelahan sel, perbanyakan, dan pembesaran kalus (Setiawati, 2020). Menurut Mariamah (2017), pengukuran berat basah dilakukan di akhir subkultur.

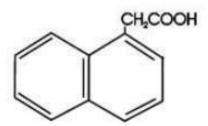
2.5 Zat Pengatur Tumbuh

Zat pengatur tumbuh adalah hormon buatan yang berfungsi mengatur proses fisiologi tumbuhan yakni dapat merangsang, merubah pertumbuhan dan perkembangan tanaman (Rajiman, 2018). Terdapat dua golongan zat pengatur tumbuh yang penting yaitu auksin dan sitokinin. Salah satu faktor penentu keberhasilan kultur *in vitro* kalus yakni dengan menambahkan kombinasi zat pengatur tumbuh ke dalam medium (Karaji & Bukhory, 2008).

Penambahan auksin dan sitokinin ke dalam media kultur dapat meningkatkan konsentrasi zat pengatur tumbuh endogen di dalam sel, sehingga menjadi "faktor pemicu" dalam proses tumbuh dan perkembangan jaringan. Untuk memacu pembentukan tunas dapat dilakukan dengan memanipulasi dosis auksin dan sitokinin eksogen (Lestari, 2011). Sedangkan untuk memacu pembentukan kalus, maka kedua golongan zat pengatur tumbuh tersebut yakni apabila konsentrasinya seimbang antara auksin dan sitokinin (Nursyamsi, 2007).

2.5.1 Naphthalene Acetic Acid (NAA)

Salah satu keberhasilan dari kultur *in vitro* adalah penentuan zat pengatur tumbuh. Zat pengatur tumbuh yang sering digunakan adalah golongan auksin dan sitokinin. Auksin berperan dalam perangsangan sel jaringan untuk pertumbuhan eksplan menjadi tunas ataupun akar (Rosita, *et al.*, 2015). Menurut Zulkarnain (2014) bahwa auksin berfungsi dalam pembentukan akar adventif, pembelahan sel, dan pemanjangan sel. Penambahan auksin pada media kultur akan merangsang embriogenesis somatik pada kultur kalus maupun suspensi sel dengan cepat. Penggunaaan auksin dengan konsentrasi rendah berperan untuk pembentukan akar adventif, sedangkan auksin dengan konsentrasi tinggi untuk pembentukan kalus. Auksin yang sering digunakan yakni NAA (*Naphthalene Acetic Acid*).



Gambar 2.10 Struktur kimia Naphthalene Acetic Acid (NAA) (George, 2007)

Menurut Paramartha dkk (2012) bahwa bertambahnya volume sel karena adanya auksin yang dimana air masuk ke dalam sel disebabkan dinding sel melunak akibat meningkatnya permeabilitas sel pada air sehingga tekanan dinding sel menurun. Transport auksin pada sel tanaman bersifat polar, yaitu dari atas ke bawah. Terdapat dua enzim yakni enzim ekspansin dan enzim extensin. Penambahan volume sel terjadi karena aktifnya enzim ekspansin yang memecah ikatan hidrogen sehingga dapat masuk ke dalam sel secara osmosis, hal tersebut terjadi ketika auksin disintesis oleh sel dan pH dinding sel menurun. Sedangkan aktifnya enzim extensin oleh dinding sel saat sel mulai bervolume. Hal tersebut akan menyatukan kembali mikrofibril selulosa, lalu auksin mengalir melalui jaringan floem ke sel di bawahnya dan terjadi mekanisme yang sama

dengan sel sebelumnya hingga terjadi pembesaran suatu jaringan. Hal tersebut ditambahkan oleh Puteri (2014) bahwa NAA yang merupakan hormon auksin menginduksi pembentangan sel dengan mengendurkan dinding sel akibat penurunan pH, pH rendah dapat mengaktifkan beberapa enzim sehingga enzim tersebut diduga memutuskan ikatan pada polisakarida dinding yang menyebabkan dinding elastis dan mudah merenggang. Selain itu, NAA sebagai auksin berperan untuk memacu proses dediferensiasi sel serta menjaga pertumbuhan kalus.

NAA merupakan suatu zat pengatur tumbuh sintetik (golongan auksin) yang berfungsi untuk pembesaran dan diferensiasi sel. NAA memiliki sifat lebih stabil (Hartati, *et al.*, 2016), serta tidak mudah terurai (teroksidasi) oleh enzim yang dikeluarkan sel atau pemanasan pada proses sterilisasi (Mardhiyetti, *et al.*, 2015). Anwar (2007) menambahkan bahwa NAA juga memiliki sifat yang lebih tahan dan tidak mudah terdegradasi serta lebih murah. NAA mempunyai berat molekul 186.21 dengan rumus molekul C₁₂H₁₀O₂ (Alitalia, 2008).

2.5.2 Benzylaminopurin (BAP)

Menurut Parnata (2004) bahwa sitokinin merupakan salah satu hormon atau seringkali dikenal dengan zat pengatur tumbuh sintetik pada tanaman. Peran dari sitokinin yakni merangsang diferensiasi sel dan pembentukan organ, salah satu jenisnya yakni BAP (6-benzylaminopurine). Benzylaminopurin (BAP) adalah golongan sitokinin sintetik yang mempunyai efektivitas cukup tinggi untuk perbanyakan tunas, mudah di dapat dan relatif lebih murah dibandingkan dengan kinetin (Yuniastuti, et al., 2010). BAP (6-benzylaminopurin) mempunyai sifat mudah ditranslokasikan, aktif merangsang pertumbuhan kalus, dan aktif dalam meregenerasi kalus maupun tunas (Ayuningrum, dkk., 2015).

Bentuk dasar sitokinin adalah adenine (*6-aminopurine*). Adenin merupakan bentuk dasar yang menentukan aktifitas sitokinin. Didalam senyawa sitkonin, panjang rantai dan hadirnya ikatan double akan meningkatkan aktifitas zat pengatur tumbuh. Sitokinin memiliki rantai samping yang kaya akan karbon dan

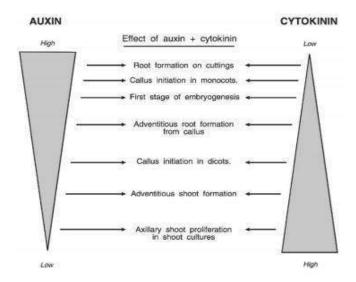
hydrogen yang menempel pada nitrogen yang menonjol pada puncak cincin purin (Santoso, 2004). BAP (6-benzylaminopurin) memiliki gugus benzyl sehingga dikatakan lebih efektif daripada kinetin. BAP (6-benzylaminopurin) memiliki rumus bangun $C_{12}H_{11}N_5$, berat molekul sebesr 225,26 dan titik lebur 230-223°C (Alitalia, 2008).

Gambar 2.11 Struktur kimia BAP (6-benzylaminopurin) (Taiz & Zeiger, 2010)

BAP (6-benzylaminopurin) berperan dalam memacu terjadinya sintesis RNA dan protein pada berbagai jaringan yang selanjutnya dapat mendorong terjadinya pembelahan sel. Selain itu, BAP juga dapat memacu jarigan untuk menyerap air dari sekitarnya sehingga proses sinstesis protein dan pembelahan sel dapat berjalan dengan baik (Kurnianingsih, 2009). Proses organ yang terdeferensiasi terjadi karena adanya enzim yang aktif menaikkan laju sintesis protein pembangun sel dengan diikuti aktifnya sitokinin dan aktifnya sitokinin dipacu oleh meningkatnya konsentrasi auksin di dalam sel (Paramartha, *et al.*, 2012). Menurut Puteri (2014) bahwa sitokinin juga berperan untuk menunda penuaan dengan mempertahankan membran protoplas dan mencegah oksidasi pada membran yang dapat merusak membran.

2.5.3 Kombinasi NAA (Naphthalene Acetic Acid (NAA) dan BAP (6-benzylaminopurin)

Auksin dan sitokinin berperan nyata dalam pembelahan sel, pemanjangan sel, differensiasi sel serta pembentukan organ. Auksin yang dikombinasikan dengan sitokinin mendorong pertumbuhan kalus, suspensi sel, organ dan juga mengatur morfogenesis. Auksin mengontrol proses dasar yaitu pembelahan sel dan pemanjangan sel. Auksin dapat menginisiasi pembelahan sel berarti terlibat dalam pembentukan meristem yang selanjutnya berkembang menjadi jaringan yang belum terspesifikasi menjadi suatu organ. Auksin dapat dianggap sebagai penginduksi sel sedangkan sitokinin sebagai promotor (George, 2008). Zulkarnain (2014) menyatakan bahwa sitokinin merupakan senyawa yang dapat berperan dalam pembelahan sel, pemanjangan sel serta differensiasi sel. Penambahan sitokinin pada medium kultur berfungsi untuk menginduksi perkembangan dan pertumbuhan eksplan. Senyawa tersebut meningkatkan pembelahan sel, poliferasi pucuk dan morfogenesis.



Gambar 2.12 Interaksi auksin dan sitokinin dalam kultur jaringan tumbuhan (George, 2008)

Respon tanaman terhadap hormon biasanya bergantung pada konsentrasi relatif hormon tersebut. Keseimbangan hormonal, bukan hormon-hormon yang bekerja sendiri-sendiri tetapi saling bersinergis yang dapat mengontrol pertumbuhan dan perkembangan (Campell, 2014). Berdasarkan gambar diatas dapat dilihat bahwa tinggi rendahnya auksin dan sitokinin berpegaruh pada hasil kultur. Jika konsentrasi auksin lebih tinggi daripada

sitokinin maka akan terbentuk akar. Sedangkan jika konsentrasi auksin lebih rendah datipada sitokinin maka akan terbentuk tunas aksilar. Namun, apabila konsentrasi auksin dan sitokinin seimbang maka akan terbentuk kalus (George, 2008).

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Rancangan Penelitian

Jenis penelitian ini tergolong penelitian eksperimental dan didesain dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dua faktor serta terdiri dari 25 perlakuan dengan 3 kali ulangan sehingga didapatkan total sebanyak 75 percobaan. Perlakuan yang digunakan yaitu penambahan konsentrasi NAA yakni 0 mg/l, 1 mg/l, 2 mg/l, 3 mg/l, 4 mg/l dan penambahan konsentrasi BAP yakni 0 mg/l, 1 mg/l, 2 mg/l, 3 mg/l, 4 mg/l

Tabel 3.1 Kombinasi perlakuan rancangan penelitian

| Perlakuan | | NAA (mg/l) | | | | |
|------------|---|------------|------|------|------|------|
| | | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 |
| | 0 | N0B0 | N1B0 | N2B0 | N3B0 | N4B0 |
| ng/l) | 1 | N0B1 | N1B1 | N2B1 | N3B1 | N4B1 |
| BAP (mg/l) | 2 | N0B2 | N1B2 | N2B2 | N3B2 | N4B2 |
| B | 3 | N0B3 | N1B3 | N2B3 | N3B3 | N4B3 |
| | 4 | N0B4 | N1B4 | N2B4 | N3B4 | N4B4 |

3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2021 sampai November 2021 di Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan Jurusan Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

3.3 Variabel Penelitian

Berikut variabel yang terdapat pada penelitian ini antara lain:

1. Variabel terikat diantaranya adalah hari muncul kalus, berat basah kalus, persentase eksplan membentuk kalus, tekstur kalus, dan warna kalus.

- 2. Variabel bebas yang digunakan adalah konsentrasi NAA dan BAP
- 3. Variabel terkendali meliputi media dasar MS (*Murashige & Skoog*), pH, cahaya, suhu inkubasi, serta waktu pengamatan

3.4 Alat dan Bahan

3.4.1 Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi *laminar air flow* (LAF), timbangan analitik, *hot plate* dan *stirer*, autoklaf, gelas ukur, botol kultur, gelas beker, mikropipet, cawan petri, bunsen, *spatula, scalpel*, pinset, lemari pendingin, pH meter, kertas label, spidol, kapas, plastik, karet, *alumunium foil*, wrap plasik, botol penyemprot alkohol, oven, pipet, bunsen, dan rak kultur

3.4.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi media dasar MS (*Murashige & Skoog*), daun muda porang, BAP (*benzylaminopurin*), NAA (*Naphthalene Acetic Acid*), aquades, gula, agar, alkohol 70% dan 90%.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Sterilisasi Alat

Sterilisasi alat yakni diawali dengan mencuci gelas, botol kultur, cawan petri dan alat diseksi (*scalpel, spatula*, pinset) menggunakan detergen yang selanjutnya dibilas dengan air bersih mengalir. Selanjutnya, alat-alat tersebut dikeringkan menggunakan oven selama 2 jam dengan suhu 121°C. Alat-alat diseksi dibungkus dengan *alumunium foil* dan cawan petri dibungkus dengan kertas. Kemudian, gelas dan alat-alat lainnya dimasukkan ke dalam plastik anti panas dan diikat rapat menggunakan karet gelang. Alat-alat kultur tersebut disterilisasi menggunakan autoklaf dengan tekanan 1.5 atm bersuhu 121°C selama 45 menit.

3.5.2 Pembuatan Media

3.5.2.1 Media Stok Hormon

Pembuatan media stok hormon diawali dengan membuat larutan stok hormon pada konsentrasi 100 mg/l dalam 100 ml aquades. Hormon NAA dan BAP ditimbang sebanyak 10 mg, kemudian dilarutkan masing-masing hormon (NAA dan BAP) dalam 100 ml aquades. Selanjutnya, larutan stok dihomogenkan menggunakan *stirrer* di atas *hot plate*, lalu dimasukkan ke dalam botol yang telah berlabel. Larutan stok hormon disimpan ke dalam lemari pendingin dengan suhu 10°C.

Tabel 3.2 Perhitungan Pengenceran

Rumus Pengenceran:

$$\mathbf{M_1.V_1} = \mathbf{M_2.V_2}$$

➤ Konsentrasi NAA (N)

1).
$$N1 (0 \text{ mg/l}) = 0 \text{ ml}$$

$$M1 . V1 = M2 . V2$$

$$100. V1 = 1.75 ml$$

$$V1 = 75 : 100 = 0.75 \text{ mg/l} = 750 \text{ }\mu\text{l}$$

3). N3 (2 mg/l)

$$M1 . V1 = M2 . V2$$

$$100 \cdot V1 = 2 \cdot 75 \text{ ml}$$

$$V1 = 75 : 100 = 1,5 \text{ mg/l} = 1500 \text{ }\mu\text{l}$$

4). N4 (3 mg/l)

$$M1 . V1 = M2 . V2$$

$$100 \cdot V1 = 3 \cdot 75 \text{ ml}$$

$$V1 = 225 : 100 = 2,25 \text{ mg/l} = 2250 \text{ }\mu\text{l}$$

5). N5 (4 mg/l)

$$M1 . V1 = M2 . V2$$

$$100 \cdot V1 = 4 \cdot 75 \text{ ml}$$

$$V1 = 300 : 100 = 3 \text{ mg/l} = 3000 \text{ }\mu\text{l}$$

➤ Konsentrasi BAP (B)

1). B1
$$(0 \text{ mg/l}) = 0 \text{ ml}$$

3.5.2.2 Media Kultur

Pembuatan media kultur diawali dengan menimbang media MS sebanyak 4,43 gr/l, gula 56,25 gr/l dan agar 0,75 gr/l. Media MS dan gula dimasukkan ke dalam gelas beker yang berisi aquades 1000 ml, kemudian dihomogenkan dengan *stirrer* di atas *hot plate*. Setelah itu, media ditambahkan hormon perlakuan (NAA dan BAP) pada masing-masing media. pH media diukur menggunakan pH meter, apabila pH media >5,8 maka ditambahkan HCl 0,1 N dan jika pH media <5,7 maka ditambahkan NaOH 1%. Media ditambahkan agar 0,75 gr/l dan dipanaskan di atas *hot plate* hingga mendidih. Setelah mendidih, media dimasukkan ke dalam masing-masing botol kultur sebanyak 75 ml. Lalu, botol-botol kultur ditutup menggunakan plastik dan diikat rapat menggunakan karet gelang.

3.6 Sterilisasi

3.6.1 Sterilisasi Media

Sterilisasi media yakni botol-botol kultur tersebut disterilisasi menggunakan autoklaf dengan tekanan 1.5 bersuhu 121°C selama 45 menit.

3.6.2 Sterilisasi Ruang Tanam

Sterilisasi ruang tanam diawali dengan membersihkan lantai pada ruang tanam menggunakan karbol. Meja LAF disterilkan dengan menyemprotkan alkohol 70% dan dibersihkan menggunakan tisu. Alat-alat dan bahan (cawan petri, alat diseksi, chlorox, bunsen, alkohol, korek dll) dimasukkan ke dalam meja LAF kemudian lampu UV dinyalakan selama 1 jam. Saat akan digunakan lampu UV dimatikan dan lampu neon serta kipas dinyalakan.

3.7 Induksi Kalus

3.7.1 Induksi Kalus

Sebelum melakukan induksi kalus maka tangan disterilkan terlebih dahulu yang masuk dalam LAF (*Laminar Air Flow*) dengan alkohol 70%. Alat-alat inisiasi seperti pinset, *scalpel*, gunting disterilisasi dengan disemprotkan alkohol 90%, kemudian dibakar di atas bunsen dan dibiarkan dingin terlebih dahulu. Selanjutnya, diambil daun muda yang telah disterilkan dan diletakkan di dalam cawan petri, lalu dipotong. Eksplan daun muda yang telah dipotong kemudian ditanam pada botol kultur dengan berbagai macam konsentrasi zat pengatur tumbuh pada media MS menggunakan pinset. Botol kultur ditutup dengan plastik serta diikat rapat dengan karet dan diinkubasi pada suhu 21°-27°C.

3.7.2 Pemeliharaan Kalus

Botol-botol kultur yang telah berisi eskplan diletakkan pada rak kultur dengan suhu ruang 21°C dalam kondisi terang dan disemprot dengan alkohol 70% setiap hari sekali agar mencegah terjadinya kontaminasi.

3.7.3 Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu:

1. Pengamatan Kuantitatif

Parameter yang diamati pada pengamatan kuantitatif, meliputi:

a. Hari Muncul Kalus (HST)

Pengamatan hari muncul kalus (HST) diamati selama 40 hari dengan ditandai adanya butiran-butiran sel pada sisi daun yang terlukai.

b. Persentase Eksplan Membentuk Kalus

Pengamatan persentase tumbuh kalus pada eksplan dilakukan diakhir pengamatan yakni pada hari terakhir ke-40 dengan cara dihitung menggunakan rumus, sebagai berikut:

% Eksplan membentuk kalus =
$$\frac{\sum eksplan membentuk kalus}{\sum seluruh eksplan} \times 100\%$$

c. Berat Kalus

Pengamatan berat basah kalus diamati diakhir pengamatan dengan cara memotong bagian eskplan yang sudah terbentuk kalus dan ditimbang menggunakan neraca analitik dengan satuan gram (g)

2. Pengamatan Kualitatif

Parameter yang diamati pada pengamatan kualitatif meliputi:

a. Warna kalus

Pengamatan warna kalus dilakukan pada hari pertama tumbuhnya kalus hingga hari ke-40 menggunakan aplikasi *colour grab* dengan cara mengamati perubahan pada setiap warna kalus yang terbentuk, misalnya putih (P), putih kekuningan (PK), kekuningan (K) dan hijau (H)

b. Tesktur kalus

Pengamatan tesktur kalus dilakukan pada akhir pengamatan yaitu hari ke-40 dengan cara mengamati secara visual pada penampakan struktur kalus tersebut, misalnya remah atau kompak

3.9 Analisis Data

Data pengamatan yang dilakukan adalah data kuantitatif dan data kualitatif. Data kuantitatif berupa hari muncul kalus, berat kalus dan persentase eksplan membentuk kalus. Data kualitatif berupa warna kalus yang diamati menggunakan aplikasi *colour grab* dan tekstur kalus yang diamati secara visual. Analisis yang digunakan ialah Analisis Varian (ANAVA) pada batas kepercayaan sebesar 95% dengan SPSS untuk mengetahui pengaruh pemberian NAA dan BAP terhadap induksi kalus daun porang. Jika ada pengaruh maka dilakukan uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) dengan taraf 5%. Sedangkan data kualitatif berupa warna kalus akan didiskripsikan melalui analisis hasil menggunakan aplikasi *colour grab* dan tekstur kalus melalui pengamatan secara visual

Hasil penelitian secara keseluruhan ini juga dianalisis melalui integrasi sains dan islam dengan nilai-nilai spiritual islam yang merujuk pada al-Qur'an dan Hadist Rasullah. Hal tersebut merupakan salah satu aspek penting untuk membina keimanan atas kekuasaan Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang terjadi dalam kehidupan sehari-hari. Aspek tersebut dapat diambil pelajaran sehingga menjadi petunjuk dan pedoman bagi peneliti serta umat muslim lainnya agar dapat menjalankan tugasnya sebagai khalifah di bumi.

3.7 Alur Penelitian Persiapan Bahan Alat Sterilisasi Sterilisasi Ruang Sterilisasi Alat Pembuatan Media Perlakuan Inisiasi **▼** Induksi Kalus Pengamatan Kualitas Kuantitas Warna Struktur Hari Berat Kalus Kalus Muncul Kalus Kalus Analisis Deskriptif Analisis Anava

Gambar 3.1 Alur Penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengaruh Konsentrasi NAA Terhadap Induksi Kalus Daun Porang (Amorphophallus muelleri Blume)

Hasil analisis varian (ANAVA) menunjukkan penggunaan zat pengatur tumbuh NAA berpengaruh nyata terhadap induksi kalus daun porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) (tabel 4.1).

Tabel 4.1 Hasil Anava NAA terhadap induksi kalus daun porang (Amorphophallus muelleri Blume)

| Variabel | F Hitung | F Tabel 5% |
|------------------------------------|----------|------------|
| Hari muncul kalus | 66,744* | 3,478049 |
| Persentase Eksplan Membentuk Kalus | 6,143* | 3,478049 |
| Berat basah kalus | 230,695* | 3,478049 |

Keterangan: (*) pemberian NAA berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

Berdasarkan hasil ANAVA diketahui bahwa F hitung > nilai F tabel 5%, hal ini menunjukkan bahwa NAA berpengaruh nyata dalam hari muncul kalus, persentase pembentukan kalus, dan berat basah kalus. Selanjutnya, 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 NAA terhadap induksi kalus daun porang (Amorphophallus muelleri Blume)

| Konsentrasi | Pengamatan | | |
|-------------|--------------------------------|---------------------|-------------------|
| NAA | Hari muncul Persentase Eksplan | | Berat basah kalus |
| | kalus (HST) | Membentuk Kalus (%) | (g) |
| 0 mg/L | 00,00a | 00,00a | 00,00a |
| 1 mg/L | 22,67e | 44,43b | 0,051b |
| 2 mg/L | 13,33b | 44,43b | 0,098c |
| 3 mg/L | 13,67b | 55,56b | 0,356e |
| 4 mg/L | 15,00b | 33,30b | 0,324d |

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

Hasil uji DMRT 5% terhadap hari muncul kalus menunjukkan bahwa konsentrasi 2 mg/L NAA merupakan konsentrasi terbaik terhadap induksi kalus

daun porang. Berdasarkan analisis data yang telah dilakukan, konsentrasi 2 mg/L NAA merupakan konsentrasi yang paling baik dalam menginduksi pertumbuhan kalus dengan rata-rata hari muncul kalus 13,33 HST, berbeda nyata dengan konsentrasi 1 mg/l dengan rata-rata hari muncul kalus 22,67 HST, dan tidak berbeda nyata pula dengan konsentrasi 3 mg/l dengan rata-rata hari muncul kalus 13,67 HST, berbeda nyata dengan konsentrasi 4 mg/l dengan rata-rata hari muncul kalus 15,00 HST.

Hasil uji DMRT 5% terhadap parameter persentase pembentukan kalus, konsentrasi 1 mg/l NAA merupakan konsentrasi yang mampu menginduksi kalus dengan persentase sebesar 44,43%, tidak berbeda nyata dengan konsentrasi 2 mg/L sebesar 44,43% dan konsentrasi 3 mg/l yakni 55,56% serta tidak berbeda nyata dengan konsenrasi 4 mg/l sebesar 33,30%. Konsentrasi 3 mg/L berhasil menginduksi kalus dengan rata-rata berat basah kalus sebesar 0,356 g, tidak jauh berbeda dengan konsentrasi 2 mg/l yakni sebesar 0,098 g dan konsentrasi 4 mg/l yakni sebesar 0,324 g dan berbeda nyata dengan konsentrasi 1 mg/l yakni sebesar 0,051 g.

Proses pertumbuhan kalus pada eksplan dimulai dari terjadinya penggulungan pada daun yang kemudian terjadi pembengkakan pada bagian daun yang telah dilukai dengan kontak langsung pada media yang telah diberikan zat pengatur tumbuh. Hal tersebut merupakan respon alami yang terjadi pada jaringan sel untuk menutupi bagian-bagian yang terluka. Hal ini sesuai dengan pernyataan Tuskan, *et, al.*, (2018) bahwa tumbuhnya kalus pada bagian eksplan yang telah dilukai membuktikan bahwa jaringan merespon adanya pengaruh hormon eksogen yang diberikan pada eksplan tersebut. Hormon endogen yang terkandung dalam eksplan pun merangsang adanya hormon eksogen tersebut sehingga sel-sel membelah dengan cepat. Hal yang sama dinyatakan oleh Saptiani, dkk (2020) yang menyatakan bahwa kalus tumbuh pada bagian pinggir eksplan yang telah dilukai dan bersentuhan langsung dengan media sehingga terjadilah pembengkakan. Pembengkakakn tersebut terjadi karena eksplan menyerap air dan nutrisi media yang nantinya akan berlanjut pada proses amprofilerasi

(perbanyakan sel). Sel-sel yang tumbuh mempunyai kemampuan menyerap air dan unsur hara sehingga terjadi pertambahan ukuran dan jumlah sel yang nantinya akan menyebabkan pembengkakan.

Mekanisme kerja auksin dalam pembentukan kalus yakni ketika auksin eksogen diberikan pada media, maka auksin endogen yang terdapat dalam eksplan merangsang adanya auksin eksogen tersebut sehingga terjadi stimulasi pembelahan sel dan utamanya pada sel-sel yang berada di sekitar bagian luka agar dapat memebentuk kalus. Menurut Zhao, et, al., (2021) menjelaskan bahwa auksin merupakan hormon yang paling penting dalam mendorong pembentukan dan pertumbuhan kalus. Adapun Hu, et, al., (2017) menambakan bahwa tingkat kadar auksin endogen di dalam eksplan juga sebagai penentu dalam kultur in vitro ketika akan ditambahkan auksin eksogen. Auksin adalah senyawa yang menopang proliferasi kalus embriogenik. Pemberian hormon auksin memicu percepatan pertumbuhan dan perkembangan kalus. Transportasi auksin antar sel dari pucuk ke jaringan tanaman memicu pertumbuhan dan perkembangannya. Mahadi, dkk (2016) menambahkan bahwa auksin mendorong dinding sel sehingga terjadi plastisitas, karena H⁺ dikeluarkan oleh auksin ke dalam dinding sel dan H⁻ tersebut yang akan menyebabkan pH dinding sel menurun sehingga terjadi pelonggaran struktur dinding yang menandakan terjadinya peningkatan plastisitas sehingga terjadilah pertumbuhan kalus.

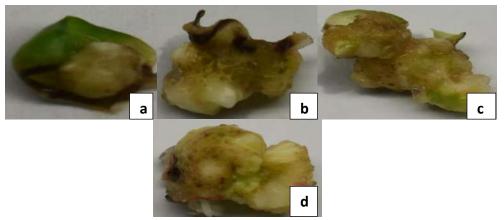
Hasil pengamatan pada parameter hari muncul kalus, diketahui NAA berpengaruh terhadap hari muncul kalus. Tumbuhnya kalus dikarenakan perlakuan NAA yang ditambahkan pada media, dimana NAA merupakan hormon auksin yang berfungsi untuk pertumbuhan kalus dalam kultur *in vitro*. Menurut Skoog dan Tsui (1948) bahwa pada pembentukan kalus dalam kultur *in vitro* dibutuhkan hormon auksin untuk memacu pertumbuhan, yaitu dengan munculnya kalus. Menurut Sartika dan Djoko (2012) bahwa kecepatan inisiasi kalus pada masing-masing eksplan berbeda-beda. Hal tersebut dikarenakan pembelahan sel tiap eksplan pun berbeda-beda. Munculnya kalus merupakan respon positif dari jaringan yang menutup karena adanya luka pada jaringan tersebut dengan ditandai

adanya timbulnya tonjolan-tonjolan berwarna putih pada bagian pelukaan eksplan yang diamati pada hari setelah inisiasi. Hal tersebut ditambahkan oleh Jayaraman, et, al., (2014) menjelaskan bahwa kecepatan pertumbuhan kalus tersebut dipengaruhi oleh manipulasi zat pengatur tumbuh yang digunakan untuk mengoptimalkan induksi kalus. Perbedaan konsentrasi pun juga memicu munculnya kalus pada kultur *in vitro*, walaupun ada perlakuan auksin tunggal pada media tidak memungkinkan untuk membuat kalus yang diinginkan tumbuh.

Berdasarkan hasil pengamatan pada parameter persentase eksplan membentuk diketahui bahwa NAA berpengaruh terhadap persentase eksplan kalus, membentuk kalus. Adapun beberapa faktor yang mempengaruhi penyebab tingginya persentase eksplan membentuk kalus yakni dipengaruhi oleh media tumbuh ataupun zat pengatur tumbuh dan sumber eksplan yang digunakan dalam kultur in vitro. Menurut pernyataan Ibrahim (2015) bahwa penentuan eksplan pada kultur in vitro juga dapat dilihat dari umur eksplan karena hal tersebut berpengaruh pada regenerasi pertumbuhan tanaman. Eksplan yang digunakan biasanya diambil dari jaringan tanaman yang masih muda karena lebih mudah tumbuh dan berdiferensiasi lanjut serta memiliki sel-sel aktif yang aktif membelah dengan dinding sel yang belum kompleks sehingga jika dikulturkan akan lebih mudah dibandingkan dengan jaringan tua. Hal tersebut ditambahkan oleh Kumar dan Reddy (2011) bahwa umumnya eksplan yang digunakan dalam kultur in vitro yakni daun. Daun merupakan jenis eksplan yang memiliki bagian lebih banyak luas permukaan yang tersedia. Menurut Yildiz, et, al., (2012) bahwa jaringan muda tersebut yakni jaringan meristem dan daun merupakan eksplan yang baik karena jaringannya masih aktif membelah. Selain itu, keberhasilan kultur in vitro juga dapat dilihat dari posisi peletakan eksplan pada media. Jika menggunakan daun maka bagian adaxial daun diposisikan ke bawah atau bagian adaxial daun yang mengenai (berkontak langsung) dengan media tumbuh kultur.

Hasil pengamatan pada parameter berat basah kalus, diketahui bahwa NAA berpengaruh terhadap berat basah kalus. Menurut Hidayat, dkk (2021) menyatakan bahwa berat basah kalus yang besar tersebut dikarenakan adanya

kandungan air yang tinggi. Berat basah yang dihasilkan pula tergantung pada morfologi kalus, kecepatan sel-sel membelah diri, memperbanyak diri yang nantinya akan berlanjut pada membesarnya kalus. Selain itu, masih adanya sumber hara makro dan mikro, dimana sumber keduanya tersebut dibutuhkan dalam pertumbuhan dan perkembangan kalus serta pada hormon auksin dan sitokinin masih tersimpan kandungan air bagi kalus tersebut. Kandungan air tersebut dipengaruhi karena adanya auksin dalam media dan auksin tersebut menyebabkan diambilnya ion H⁺. Sebagaimana dengan pernyataan Sartika dan Djoko (2012) bahwa status air yang ada dalam sel, metabolisme tanaman dan kondisi kelembaban tanaman merupakan hal yang mempengaruhi bobot basah kalus. Mekanisme auksin dalam penambahan berat basah kalus yakni dengan menginduksi sekresi ion H⁺ keluar melalui dinding sel sehingga dinding sel menjadi asam. Pengasaman tersebut membuat K⁺ diambil dari luar yang menyebabkan pengurangan potensial air dalam sel sehingga air mudah masuk ke dalam sel dan sel akan membesar. Hasil induksi kalus daun porang (Amorphophallus muelleri Blume) pengaruh NAA dapat dilihat pada gambar 4.1



Gambar 4.1 Hasil induksi kalus daun porang pengaruh NAA. a. 1 mg/l, b. 2 mg/l, c. 3 mg/l, 4 mg/l

4.2 Pengaruh Konsentrasi BAP Terhadap Induksi Kalus Daun Porang (Amorphophallus muelleri Blume)

Hasil penelitian yang dilakukan bahwa pada pemberian BAP tunggal tidak memberikan pengaruh terhadap induksi kalus daun porang, hal tersebut ditunjukkan dengan tidak adanya kalus yang tumbuh pada eksplan daun muda .Penyebab tidak munculnya kalus pada perlakuan BAP tunggal karena memiliki konsentrasi NAA yang jumlahnya 0 mg/l sehingga zat pengatur tumbuh yang diberikan pada media tidak dapat mempengaruhi pertumbuhan kalus embriogenik pada daun muda porang. Apabila zat pengatur tumbuh BAP diberikan pada media dengan ditambahkan zat pengatur tumbuh NAA maka akan memungkinkan untuk tumbuhnya kalus embriogenik pada daun muda porang, karena menurut Tabuni, dkk (2018) yakni jika konsentrasi NAA ditambahkan ke media, akan meningkatkan auksin eksogen sehingga terjadi akumulasi auksin. Terjadinya akumulasi auksin bisa memicu pertumbuhan kalus pada eksplan. Hal tersebut ditambahkan menurut Din, et, al., (2016) bahwa apabila konsentrasi BAP diberikan secara kombinasi dengan NAA maka akan sangat penting peranannya dalam merangsang pertumbuhan kalus dan lebih baiknya jika konsentrasi BAP dan NAA diberikan secara seimbang. Keduanya sitokinin dan auksin dianggap mempengaruhi siklus sel dan berpotensi dalam morfogenik pertumbuhan tanaman secara in vitro. Hasil induksi kalus daun porang pengaruh BAP dapat dilihat pada gambar 4.2



Gambar 4.2 Hasil induksi kalus daun porang pengaruh BAP a. 0 mg/l, b. 1 mg/l, c. 2 mg/l, d. 3 mg/l, e. 4 mg/l

4.3 Pengaruh Konsentrasi Kombinasi NAA dan BAP Induksi Kalus Daun Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

4.3.1 Parameter Kuantitatif

Hasil analisis varian (ANAVA) menunjukkan kombinasi zat pengatur tumbuh NAA dan BAP berpengaruh nyata dalam induksi kalus daun porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) (Tabel 4.3)

Tabel 4.3 Hasil Anava kombinasi NAA dan BAP terhadap induksi kalus daun porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

| Variabel | F hitung | F tabel 5% |
|------------------------------------|---------------------|------------|
| Hari Muncul Kalus | 64,130* | 1,850315 |
| Persentase Eksplan Membentuk Kalus | 0,594 ^{Tn} | 1,850315 |
| Berat Basah Kalus | 1,9612* | 1,850315 |

Keterangan: (*) Kombinasi NAA dan BAP berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

(^{Tn}) Kombinasi NAA dan BAP tidak berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

Data hasil ANAVA pada tabel diatas diketahui bahwa F hitung < nilai F tabel 5%, artinya kombinasi NAA dan BAP tidak berpengaruh nyata terhadap persentase eksplan membentuk kalus. Hal ini menunjukkan bahwa persentase eksplan membentuk kalus antar perlakuan memiliki rata-rata yang tidak jauh beda. Terlihat pada tabel hasil ANAVA kombinasi NAA dan BAP diketahui F hitung > F tabel 5%, artinya kombinasi NAA dan BAP berpengaruh nyata pada hari muncul kalus dan berat basah kalus, sehingga dilakukan uji lanjut menggunakan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) 5% untuk menentukan perbedaan pengaruh antar taraf perlakuan dan kombinasinya. Hasil uji DMRT disajikan pada tabel 4.4

Tabel 4.4 Hasil uji DMRT kombinasi NAA dan BAP terhadap induksi kalus daun porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

| (- · · · · · · · · · · · · · · · · · · | | | | |
|---|-----|-------------------|-------------|--|
| Perlakuan (mg/L) | | Hari Muncul Kalus | Berat Basah | |
| NAA | BAP | (HST) | (g) | |
| 0 | 0 | 00,00a | 00,00a | |
| | 1 | 00,00a | 00,00a | |
| | 2 | 00,00a | 00,00a | |
| | 3 | 00,00a | 00,0a | |

| | 4 | 00,00a | 00,00a |
|---|---|----------|-----------|
| 1 | 0 | 22,67d | 0,05100fg |
| | 1 | 13,00b | 0,15133i |
| | 2 | 12,67b | 0,404671 |
| | 3 | 29,67hij | 0,01933cd |
| | 4 | 28,33ghi | 0,02100cd |
| 2 | 0 | 13,33bc | 0,09800h |
| | 1 | 25,67ef | 0,05367g |
| | 2 | 28,67ghi | 0,02567d |
| | 3 | 23,67de | 0,01000b |
| | 4 | 27,33fg | 0,2200cd |
| 3 | 0 | 13,67bc | 0,35600k |
| | 1 | 27,33fg | 0,01567bc |
| | 2 | 27,67fgh | 0,01833cd |
| | 3 | 30,00ij | 0,01433bc |
| | 4 | 30,33ij | 0,01533bc |
| 4 | 0 | 15,00c | 0,33333j |
| | 1 | 25,00e | 0,04267e |
| | 2 | 29,67hij | 0,05500g |
| | 3 | 31,00j | 0,04467ef |
| | 4 | 25,00e | 0,05833g |

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

Hasil DMRT 5% diketahui bahwa pada parameter hari muncul kalus menunjukkan bahwa konsentrasi kombinasi NAA dan BAP yang terbaik terhadap induksi kalus daun porang dalam penelitian ini yaitu konsentrasi 1 mg/l NAA dan 2 mg/l BAP. Berdasarkan olah data yang didapatkan, pertumbuhan induksi kalus yang paling baik yaitu konsentrasi 1 mg/l NAA dan 2 mg/l BAP dengan rerata hari muncul kalus 12,67 HST. Sedangkan pada parameter berat basah kalus, konsentrasi kombinasi NAA dan BAP dalam induksi kalus daun porang adalah menunjukkan bahwa konsentrasi 1 mg/l NAA dan 2 mg/l BAP dengan 0,40467 mg.

Pertumbuhan dan morfogenesis *in vitro* dapat dipengaruhi oleh adanya kombinasi dan keseimbangan antara zat pengatur tumbuh eksogen yang diberikan pada media kultur serta kandungan hormon endogen yang ada dalam jaringan tanaman tersebut. Zat pengatur tumbuh auksin dan sitokinin eksogen yang diberikan dapat mempengaruhi kadar zat pengatur tumbuh endogen sehingga konsentrasi didalamnya dapat berubah. Efektifitas zat pengatur tumbuh eksogen

yang diberikan pun bergantung pada konsentrasi hormon endogen yang terkandung dalam jaringan tanaman. Menurut Junairiah, *et, al.*, (2018) menjelaskan bahwa umumnya zat pengatur tumbuh auksin dan sitokinin merupakan hormon yang digunakan sebagai pertumbuhan suatu tanaman. auksin yakni memiliki potensi merangsang pemanjangan sel, pertumbuhan kalus, pembesaran sel, pertumbuhan akar dan regulasi morfogenesis. Sitokinin merangsang pembelahan sel dalam kultur *in vitro*. Kombinasi auksin dan sitokinin akan lebih cepat dalam menginduksi sel-sel dalam eksplan untuk membelah secara terus menerus dan berdefirensiasi sehingga pembentukan kalus lebih cepat dan optimal daripada diberikan secara tunggal. Penambahan zat pengatur tumbuh pada berbagai konsentrasi bertujuan untuk mencapai keseimbangan kadar auksin dan sitokinin endogen dalam eksplan.

Lestari (2011) menjelaskan bahwa auksin dan sitokinin yang diberikan dapat mempengaruhi kadar hormon endogen yang ada dalam sel sehingga dapat dikatakan sebagai "faktor pemicu" dalam proses pertumbuhan dan perkembangan jaringan. Menurut Assidiqi, dkk (2018) menambahkan bahwa pemberian NAA dan BAP berpengaruh terhadap munculnya kalus, karena pemberian keduanya memunculkan adanya interaksi dari kedua perlakuan sehingga merangsang pertumbuhan dan perkembangan jaringan. Kombinasi yang tepat anatara NAA dan BAP yang ditambahkan pada media dapat menyebabkan proses fisiologis eksplan tersebut terjadi secara efektif untuk memacu tumbuhnya kalus lebih awal. Keberhasilan induksi kalus tersebut juga karena pemberian auksin dengan kadar yang rendah dan sitokinin yang tinggi. Hal tersebut karena dalam menginduksi kalus dengan sitokinin yang rendah dan dikombinasikan dengan auksin yang tinggi akan menghambat pertumbuhan kalus, diibaratkan dengan kandungan sitokinin endogen yang rendah, sehingga diperlukan kadar sitokinin eksogen yang tinggi pada media kultur. Selain itu, kecepatan induksi kalus pada setiap perlakuan pun berbeda. Hal tersebut diduga dari respon setiap eksplan, karena selain zat pengatur tumbuh auksin dan sitokinin yang diberikan pada media, respon sel-sel eksplan juga dipicu oleh hormon endogen dan sifat dari setiap eksplan seperti kemampuan jaringan dalam penyerapan nutrisi.

Berat basah kalus yang terjadi karena kandungan air yang tinggi. Berat basah disebabkan oleh kecepatan pembelahan sel, akan tetapi kecepatan pembelahan sel pada setiap eksplan berbeda-beda. Menurut Setiawati, dkk (2019) bahwa secara fisiologis, berat basah kalus terdiri dari air dan karbohidrat. Berat basah kalus disebabkan oleh kandungan air yang tinggi. Hal tersebut ditambahkan oleh Astuti, et al (2020) menjelaskan bahwa penyerapan air pada eksplan akan meyebabkan pembesaran sel, karena sel juga membutuhkan energi untuk membentuk kalus sehingga dapat meningkatan berat basah kalus. Sel pada eksplan dirangsang untuk membelah secara terus-menerus. Induksi kalus dengan penambahan kombinasi NAA dan BA lebih stabil untuk mempengaruhi berat basah kalus yang akan dihasilkan. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan oleh Rahim dan Jawad (2012) bahwa peningkatan berat basah kalus merupakan hasil dari proses perubahan kandungan penyerapan pada selnya. Hal tersebut tergantung pada media nutrisi pertumbuhan terutama pada zat pengatur tumbuhan yang digunakan dalam penelitian.

Eksplan yang digunakan merupakan salah satu faktor keberhasilan dalam kultur *in vitro*. Daun merupakan eksplan yang digunakan dalam penelitian ini, karena daun termasuk dalam jaringan meristem. Penginduksian kalus akan lebih optimal dan efektif apabila menggunakan jaringan meristem. Menurut Tahir, *et,al.*, (2011) bahwa daun muda merupakan sumber eksplan yang baik untuk induksi kalus dalam kurun waktu kurang lebih 2-8 minggu. Hal tersebut diduga karena kondisi fisiologis yang sel-selnya dapat membelah secara aktif. Akan tetapi, jika daun yang digunakan belum matang dalam induksi kalus, maka akan menghambat zat pengatur tumbuh pada perkembangan kalus. Astuti, *et, al.*, (2020) menambahkan bahwa salah satu respon dari kerja auksin yakni eksplan yang digunakan dari jaringan meristem menyebabkan peningkatan sintesis protein melalui transkripsi RNA, sehingga terjadi proliferasi sel dan membenutk kalus. Adapun faktor lain dalam keberhasilan induksi adalah ukuran eksplan, karena

ukuran eksplan yang terlalu kecil akan mempengaruhi fungsi fisiologis eksplan sehingga eksplan tidak mampu bertahan lama. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Singh, *et, al.*, (2015) bahwa ukuran eksplan juga memainkan peran penting dalam induksi kalus. Umumnya ukuran eksplan daun yang digunakan yakni 1-2 cm. Ukuran eksplan yang optimal akan mempengaruhi pembelahan sel dalam induksi kalus dan penyerapan zat pengatur tumbuhnya. Zulkarnain (2009) menambahkan kandungan senyawa metabolit pada eksplan yang terlalu kecil tidak dapat mengimbangi zat pengatur tumbuh yang ditambahkan pada media kultur sehingga akan menyebabkan respon yang kurang baik. Oleh karena itu, eksplan tidak mampu bertahan lama sehingga terkadang hanya merespon sampai pembengkakan saja dan akhirnya akan mengalami kematian.

4.3.2 Parameter Kualitatif

Berdasarkan hasil pengamatan morfologi kalus (warna dan tekstur) pada 40 hari setelah tanam (hst), terdapat 4 variasi warna kalus yang terbentuk dari kombinasi NAA dan BAP yaitu warna putih, kuning kecoklatan, kuning kehijauan, dan coklat kehitaman. Sedangkan untuk tekstur, dari hasil pengamatan didapatkan 3 variasi, diantaranya yakni remah, kompak dan intermediet. Berikut hasil pengamatan warna dan tekstur kalus daun porang pada Tabel 4.5

Tabel 4.5. Warna dan tekstur kalus porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

| Perlakuan (mg/l) | Warna | Tekstur |
|-------------------------|-------|---------|
| 0 mg/l NAA + 0 mg/l BAP | - | - |
| 0 mg/l NAA + 1 mg/l BAP | - | - |

| 0 mg/l NAA + 2 mg/l BAP | - | - |
|--|-------------------|-------------|
| 0 mg/l NAA + 3 mg/l BAP | - | - |
| 0 mg/l NAA + 4 mg/l BAP | - | - |
| | Kuning kecoklatan | Intermediet |
| 1 mg/l NAA + 0 mg/l BAP 1 mg/l NAA + 1 mg/l BAP | Kuning kecoklatan | Intermediet |
| 1 mg/l NAA + 2 mg/l BAP | Kuning kecoklatan | Kompak |
| | Kuning kecoklatan | Remah |

| 1 mg/l NAA + 3 mg/l BAP | | |
|-------------------------|-------------------|--------|
| 1 mg/l NAA + 4 mg/l BAP | Kuning Kecokletan | Kompak |
| 2 mg/l NAA + 0 mg/l BAP | Kuning Kecokletan | Remah |
| 2 mg/l NAA + 1 mg/l BAP | Kuning Kecokletan | Kompak |
| 2 mg/l NAA + 2 mg/l BAP | Kuning | Remah |
| 2 mg/l NAA + 3 mg/l BAP | Kuning Kecokletan | Remah |
| 2 mg/l NAA + 4 mg/l BAP | Kuning | Remah |

| ANAA O ARAR | Kuning Kecoklatan | Intermediet |
|-----------------------------|-------------------|-------------|
| 3 mg/l NAA + 0 mg/l BAP | | |
| | Kuning | Intermediet |
| 3 mg/l NAA + 1 mg/l BAP | | |
| | Kuning | Remah |
| 3 mg/l NAA + 2 mg/l BAP | | |
| | Kuning Kecokletan | Intermediet |
| 3 mg/l NAA + 3 mg/l BAP | | |
| 3 mg/l NAA + 4 mg/l BAP | Kuning Kecokletan | Remah |
| 5 mg/11/mg/1 b/m | | |
| 4 mg/l NAA + 0 mg/l BAP | Kuning Kecokletan | Intermediet |
| + IIIg/I NAA + U IIIg/I DAP | | |
| | Coklat Kehitaman | Intermediet |

| 4 mg/l NAA + 1 mg/l BAP | | |
|-------------------------|------------------|-------------|
| 4 mg/l NAA + 2 mg/l BAP | Coklat Kehitaman | Intermediet |
| 4 mg/l NAA + 3 mg/l BAP | Coklat Kehitaman | Intermediet |
| | Coklat kehitaman | Intermediet |
| 4 mg/l NAA + 4 mg/l BAP | | |

Keterangan: (-) tidak terbentuk kalus

Berdasarkan tabel 4.5 diketahui sebanyak 4 perlakuan dari 25 perlakuan menghasilkan kalus berwarna kuning, 12 perlakuan menghasilkan kalus berwarna kuning kecokletan dan sebanyak 4 perlakuan menghasilkan kalus berwarna coklat kehitaman. Hasil menunjukkan bahwa pada perlakuan kombinasi 2 mg/l NAA + 2 mg/l BAP, 2 mg/l NAA + 4 mg/l BAP, 3 mg/l NAA + 1 mg/l BAP, dan 3 mg/l NAA dan 2 mg/l BAP menghasilkan kalus berwarna kuning. Menurut Haliani, et, al (2015) menjelaskan bahwa warna kalus bisa saja berubah-ubah dari warna putih menjadi putih kekuningan hingga berwarna kuning kecokletan. Perubahan warna kalus tersebut menunjukkan bahwa adanya pertumbuhan sel dan regenerasi sel. Warna kuning pada kalus menandakan bahwa sel yang tumbuh menuju tahap pembelahan aktif. Hal tersebut ditambahkan oleh Yusuf, et, al., (2018) bahwa umumnya kalus yang bewarna putih atau kekuningan tersebut mengindikasikan bahwa kalus tersebut merupakan kalus remah atau embriogenik. Kalus putih atau putih kekuningan menandakan bahwa kalus masih aktif membelah dan membentuk jaringanjaringan muda sehingga pertumbuhannya dalam keadaan yang baik.

Adapaun perlakuan 1 mg/l NAA + 0 mg/l BAP dan 11 perlakuan lainnya menghasilkan kalus berwarna kuning kecokletan, sedangkan pada perlakuan 4 mg/l NAA + 1 mg/l BAP dan 3 perlakuan lainnya menghasilkan kalus berwarna coklat kehitaman. Warna kecoklatan ataupun kehitaman pada kalus menunjukkan penurunan warna. Hal tersebut dikarenakan sel-sel mulai mati atau menuju kematian. Selain itu, disebabkan karena adanya senyawa fenol yang mengalami oksidasi pada sel sehingga warna kalus menjadi kecoklatan atau kehitaman. Manpaki, et, al., (2018) menjelaskan bahwa perbedaan warna kalus disebabkan oleh akumulasi senyawa fenolik. Penyebab pencoklatan pada kalus dikarenakan adanya pengaruh toksisitas zat pengatur tumbuh, biasanya oleh auksin. Senyawa tersebut akan menghambat pertumbuhan jaringan tanaman dan menyebabkan kematian. Berdasarkan penelitian Moallem, et, al., (2013) yakni pada awal fase induksi kalus, eksplan menjadi kecoklatan di sekitar bagian pelukaan yang berinteraksi langsung dengan media karena reaksi oksidasi polifenol sehingga menyebabkan tanaman untuk mati. Hutami (2008) menambahkan bahwa pencoklatan (browning) atau hitam (blackening) dalam kultur in vitro diakibatkan oleh jaringan tanaman yang memiliki senyawa fenol yang tinggi atau terjadi peningkatan senyawa fenolat saat oksidasi oleh enzim oksidase. Luka eksplan tersebut menimbulkan stress dan terjadi peningkatan aktivitas fenilalanin ammonia liase (PAL) yang memproduksi fenilpropanoid sehingga terjadi pencoklatan.

Berdasarkan hasil pengamatan tekstur kalus yang diperoleh, kalus yang membentuk kalus remah terdapat pada konsentrasi 1 mg/l NAA + 3 mg/l BAP dan 6 perlakuan lainnya. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Abdellatef, *et*, *al.*, (2008) bahwa untuk penginduksian kalus menggunakan auksin jenis NAA yakni mendorong pertumbuhan yang cepat dan menghasilkan kalus remah yang tinggi. Apabila induksi kalus dikombinasikan dari NAA dan BAP maka akan memicu pertumbuhan kalus remah yang baik. Menurut Matsuoka dan Hinata (1979), bahwa zat pengatur tumbuh NAA lebih efektif dalam penginduksian kalus embriogenik karena aktif melakukan pembelahan dan perbesaran sel,

sehingga kalus yang didapatkan yakni kalus remah. Damayanti, *et, al.,* (2021) menambahkan bahwa kalus remah merupakan salah satu ciri dari kalus embriogenik dengan warnanya putih, putih kekuningan atau kekuningan. Kalus remah mudah dipisahkan antar satu lainnya, mudah rapuh karena memiliki ikatan antar sel yang renggang.

Hasil pengamatan pada penelitianpun didapatkan kalus intermediet pada konsentrasi 1 mg/l NAA + 0 mg/l BAP dan 9 perlakuan lainnya. Sedangkan pada konsentrasi 1 mg/l NAA + 2 mg/l BAP dan 2 perlakuan lainnya menghasilkan kalus kompak. Kalus intermediet yakni kalus yang teksturnya diantara remah dan kompak. Sedangkan kalus kompak memiliki tekstur yang susah dipisahkan atau tidak mudah rapuh karena padat dan keras. Terbentuknya kalus intermediet dan kompak diduga karena keseimbangan konsentrasi auksin dan sitokinin, sedangkan Menurut Yakoya, et, al., (2004) bahwa laju pertumbuhan kalus terhadap perlakuan hanya dirangsang oleh konsentrasi auksin yang tinggi sedangkan sitokinin yang diberikan memberikan sifat penghambat pertumbuhan. Kalus kompak diduga karena efek dari sitokinin dan auksin yang mempengaruhi potensial air dalam sel, sehingga penyerapan air dari medium ke dalam sel meningkat dan menjadi kaku. Menurut Junairiah, et, al., (2021) bahwa tekstur kalus yang kompak merupakan efek dari sitokinin yang berperan dalam transportasi nutrisi. Sistem transpor sitokinin dari basal ke apex akan membawa air dan nutrisi melalui pembuluh transportasi dan mempengaruhi potensial osmotik dalam sel. Ini akan membuat dinding sel lebih kaku sehingga sel kalus akan menjadi kompak.

4.4 Kajian Hasil Penelitian Dalam Perspektif Islam

Allah SWT ialah Tuhan yang menciptakan makhluk-Nya dengan sebaik-baik ciptaan. Salah satu tanda bahwa ciptaan yang baik yakni memiliki manfaat antar makhluk-Nya, karena tidak ada ciptaan Allah SWT yang sia-sia. Tumbuhan merupakan salah satu ciptaan Allah SWT yang memiliki manfaat, salah satunya

yaitu porang *Amorphophallus muelleri* Blume. Adapun Allah berfirman dalam Kitab Suci Al-Qur'an, QS. At-Thaha ayat 53, sebagai berikut:

Artinya: "Yang telah menjadikan bagimu bumi sebagai hamparan dan yang telah menjadikan bagimu di bumi itu jalanjalan, dan menurunkan dari langit air hujan. Maka Kami tumbuhkan dengan air hujan itu berenis-jenis dari tumbuhan yang bermacam-macam" (At-Thaha: 53)

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT telah menciptakan bumi sebagai limpahan rahmat dan nikmat bagi makhluk-makhluk-Nya. Air hujan yang turun akan diserap oleh tumbuhan sebagai sumber kehidupan. Tumbuhan tersebut ditumbuhkan oleh Allah SWT dengan berbagai macam variasi warna, rasa, bentuk dan lain sebagainya. Menurut Tafsir Jalalain bahwa pada lafal bermakna Allah SWT menjadikan bumi sebagai hamparan untuk tempat berpijak, lafal وَانْدُنْلُ مِنَ السَّمَاءِ مَاءً bermakna menurunkan air dari langit berupa hujan sebagai nikmat dari-Nya, lafal المُنْدُلُ عِنْ السَّمَاءِ مَاءً yang merupakan sifat dari على yang merupakan arti bermacam-macam warna dan rasa, sehingga tumbuhlah tumbuhan-tumbuhan yang beraneka ragam (Al Mahalli, 2000). Tumbuhan pun memiliki peran yang sangat penting bagi manusia dan hewan, sebagaimana telah tertulis dalam Kitab Suci Al-Qur'an, QS. As-Syuara, ayat 7 yang berbunyi:

Artinya: "Dan apakah mereka tidak memerhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik" (QS. As-Syu'ara (26): 7)

Menurut *Tafsir Al-Qurthubi* (2000) bahwa terdapat tiga penekanan kata yakni pada kata yakni yang artinya memperhatikan, زَوْحِ yang artinya tumbuh-tumbuhan

dan كُرِيْم artinya mulia yang mengacu pada kata عُرِيْم bermakna menumbuhkan tumbuh-tumbuhan yang baik. Penekanan ketiga kata tersebut memiliki makna bahwa Allah SWT yang Maha Agung dan Maha Kuasa telah menunjukkan kepada manusia bahwa hendaknya memperhatikan atas ciptaan-Nya yaitu salah satunya tumbuh-tumbuhan yang mulia. Tumbuh-tumbuhan yang mulia dapat diartikan tumbuhan yang bermanfaat bagi para makhluk lain-Nya, salah satunya yaitu porang.

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) merupakan tanaman umbi-umbian, didalamnya terdapat kandungan yang memiliki banyak manfaat yaitu glukomannan. Glukomannan adalah senyawa polisakarida hidrokoloid yang dapat digunakan pada bidang industri, pangan (Nurlela, *et, al.*, 2021). Pada bidang industri dapat dimanfaatkan sebagai perekat maupun kosmetik dan bermanfaat pula di bidang farmasi. Dalam bidang kesehatan berfungsi sebagai obat obesitas atau penurun berat badan, menurunkan kolesterol, serta penurun hiperglikemia dan hiperkolesterolemia (Gurusmatika, *et,al.*, 2017). Hal tersebut menunjukkan kepada manusia bahwa tumbuhan porang merupakan salah satu contoh tumbuhan yang dapat diolah dan dikonsumsi oleh manusia dengan baik, sebagaimana Allah SWT berfirman dalam Al-Qur'an surat As-Sajdah ayat 27 yakni:

أَوَلَمْ يَرَوْاْ أَنَّا نَسُوقُ ٱلْمَآءَ إِلَى لْجُرُزِ لْأَرْضِ فَنُخْرِجُ بِهِ زَرْعًا تَأْكُلُ مِنْهُ أَنْعُمُهُمْ وَأَنفُسُهُمْ وَأَفَلَا يُبْصِرُونَ Artinya: "Dan tidakkah mereka memperhatikan, bahwa Kami mengarahkan (awan yang mendung air ke bumi yang tandus, lalu Kami tumbuhkan (dengan air hujan itu) tanam-tanaman sehingga hewan-hewan ternak mereka dan mereka sendiri dapat makan darinya. Maka mengapa mereka tidak memperhatikan?"

Menurut Tafsir Ibnu Mas'ud oleh Isawi (2009) terdapat penekanan dari tiga penggalan lafadz surat As-Sajdah ayat 27, pertama يَرَوْاْ أَنَّا نَسُوقُ ٱلْمَآءَ إِلَى لُجُرُزِلْأَرْضِ yang artinya "Dan tidakkah mereka memperhatikan, bahwa Kami mengarahkan (awan yang mendung air ke bumi yang tandus" bermakna bahwa tumbuhan tumbuh karena air hujan yang diturunkan kepadanya oleh Allah SWT.

Kedua, زَرْعًا تَأْكُلُ مِنْهُ أَنْعُمُهُمْ وَأَنْفُسُهُمْ وَأَنفُسُهُمْ وَانْفُسُهُمْ وَانْفُسُهُمْ وَانفُسُهُمْ وَانفُسُهُم وَانفُسُوا وَانفُسُم وَانفُسُهُم وَانفُسُم وَانفُسُوا وَانفُسُم وَانفُسُم وَانفُهُم وَانفُسُم وَانفُسُم وَانفُسُوا وَانفُسُوا وَانفُسُوا وَانفُسُوا وَانفُسُوا وَانفُسُوا وَانفُسُوا وَانفُسُوا وَانفُوا وَنفُسُمُهُمُ وَانفُسُمُهُمْ وَانفُسُوا وَانفُسُوا وَانفُوا وَانفُسُوا وَانفُسُوا وَانفُوا وَانفُسُوا وَانفُوا وَانفُوا وَانفُوا وَانفُوا وَانفُوا وَانفُوا وَانفُوا وَانفُوا وَانفُوا وَنفُوا وَانفُوا وَانفُوا وَانفُوا وَانفُوا وَانفُوا وَانفُوا وانفُوا وَانفُوا و

Salah satu cara untuk mensyukuri nikmat-nikmat yang telah Allah SWT berikan yakni dengan menjaga dan melestarikannya agar terus memperoleh tanaman yang baik yaitu melalui induksi kalus secara *in vitro*. Hal ini dilakukan karena terdapat latar belakang suatu tujuan yakni memperbanyak bibit-bibit porang sehingga kualitas yang dihasilkan menjadi kualitas yang unggul dan optimal untuk kedepannya. Kultur *in vitro* merupakan langkah yang efektif dalam perbanyakan bibit porang, karena di Indonesia porang menjadi salah satu alternatif sumber pangan dan bermanfaat pada bidang industri dan kesehatan. Allah berfirman dalam Al-Qur'an Surah Al-Waqi'ah: 63-66, yakni:

أَفَرَءَيْتُم مَّا تَخَرُثُونَ ءَأَنتُمَ تَزِرَعُونَهُ أَمْ نَحَنُ ٱلزُّرِعُونَ لَوْ نَشَآءُ لَجَعَلَنَهُ حُطَٰمًا فَظَلَّتُمَ تَفَكَّهُونَ إِنَّا لَمُغْرَمُونَ لَلْمُغْرَمُونَ

Artinya: "Pernahkah kamu memperhatikan benih yang kamu tanam? Kamukah yang menumbuhkannya ataukah Kami yang menumbuhkan? Sekiranya Kami kehendaki, niscaya Kami hancurkan sampai lumat, maka kamu akan heran dan tercengan (sambil berkata), :Sungguh, kami benar-benar menderita kerugian"

Allah berfirman: maka Apakah kamu melihat dengan mata kepala atau hatimu, keadaan yang sungguh menakjubkan, teranganlah kepadaku tahapantahapan dari benih yang kamu tanam, kamukah yang menumbuhkannya setelah benih itu kamu tanam sehingga pada akhirnya berubah ataukah Kami para penumbuhnya? Kalau Kami kehendaki maka benar-benar Kami menjadikannnya

tanaman itu kering tidak berbuah hancur berkeping-keping sebelum kamu petik, akibat terserang panas atau dimakan hama (Shihab, 2002: 568). Penafsiran ayat tersebut menandakan jika ingin mengetahui lebih lanjut bahwa benih yang kita tanam dan tumbuhkan akan tumbuh atas kehendak-Nya, jika bukan Dia yang mengkehendaki maka tumbuhan dan beserta yang ada di bumi tidak akan pernah ada, maka sebagai manusia hendaknya harus merawat dan menjaga titipan-Nya. Salah satu contoh pelestarian lingkungan dalam agama Islam adalah adanya pelestarian lingkungan dengan cara menanam dan bertani, adapun hadist Rasulullah SAW yang berbunyi:

Artinya: ".....Rasulullah saw bersabda: tidaklah seorang muslim menanam tanaman, kemudian tanaman itu dimakan oleh burung, manusia ataupun hewan, kecuali baginya dengan bagiantanaman itu adalah shadaqah" (HR. Al-Bukhari dan Muslim dari Anas)

Imam Al-Qurthubi, mengatakan dalam tafsirnya yakni "Bertani bagian dari fardhu kifayah, maka pemerintah harus menganjurkan manusia untuk melakukannya, salah satu bentuk usaha itu adalah menanam pohon". Dalam hadist tersebut menjelaskan bahwa alangkah baiknya jika manusia mampu menanam dan mengolahnya untuk diambil manfaatnya bagi makhluk-makhluk lainnya, melalui kultur *in vitro* merupakan salah satu cara menanam tanaman untuk pelestarian lingkungan.

Perbanyakan kultur *in vitro* ini melalui induksi kalus embriogenik daun porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dengan penambahan kombinasi zat pengatur tumbuh sintetik seperti NAA dan BAP dengan konsentrasi terbaik agar dapat memacu pertumbuhan kalus lebih optimal, sehingga kalus didapatkan dengan waktu yang relative singkat. Hal tersebut telah Allah jelaskan dalam firmannya, bahwa segala sesuatu telah Allah tentukan sesuai takarannya masingmasing, yaitu pada QS. Al-Qamar ayat 49:

إِنَّا كُلَّ شَيْءٍ خَلَقَنْهُ بِقَدَرٍ

Artinya: "Sungguh, Kami menciptakan segala sesuatu menurut ukurannya"

Menurut Tafsir Ibnu Katsir dalam buku Syaikh Abdul Qadir Al-Jarbilani (2019) bahwa Allah SWT telah menetapkannya berdasarkan ukuran dan menunjukkan makhluk-makhluk itu menuju kepadanya. Maka dari itu, takdir Allah terhadap makhluk-Nya, yaitu pengetahuan-Nya terhadap segala sesuatu sebelum terjadi dan pencatatan-Nya sebelum dilaksanakan. Hal ini sebagaimana dijelaskan oleh Al-Maraghi (1974) bahwa semua yang ada di muka bumi ini terjadi atas keputusan dan ketentuan Allah SWT, itu artinya tidak ada yang sia-sia dan terjadi secara kebetulan jika Allah SWT berkehendak, jika terjadi maka jadilah.

Berdasarkan tafsir tersebut, bahwasanya hal tersebut menunjukkan kepada manusia untuk selalu berfikir dan berdzikir kepada Allah SWT. Manusia adalah makhluk yang paling sempurna yang memiliki peran sebagai khalifah di muka bumi. Dalam perannya maka manusia harus menjaga kelestarian lingkungan dengan merawat plasma nutfah yang ada. Permasalahan tersebut salah satunya dapat diatasi dengan teknik kultur *in vitro*. Salah satu contoh yakni menjaga kelestarian tanaman porang, maka dari itu dengan adanya penelitian ini diharapkan dapat menjaga kelestariannya sehingga tidak terjadi kepunahan dan dapat memenuhi permintaan bibit porang. Dengan hasil yang didapatkan nantinya dapat meningkatkan keimanan dan ketaqwaan kepada Allah SWT.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data tentang penelitian pengaruh pemberian berbagai konsentrasi NAA dan BAP terhadap induksi kalus daun porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) secara *in vitro* dapat disimpulkan bahwa:

- Pemberian zat pengatur tumbuh NAA berpengaruh nyata terhadap induksi kalus porang konsentrasi 3 mg/l NAA yakni konsentrasi paling efektif dalam pertumbuhan kalus dengan rerata hari muncul kalus 13,67 HST, pada pembentukan kalus yakni sebesar 55,56% serta pada berat basah kalus sebesar sebesar 0,356 g.
- 2. Pemberian zat pengatur tumbuh BAP tidak berpengaruh nyata terhadap induksi kalus daun porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dengan ditandai tidak adanya kalus yang tumbuh pada eksplan daun muda
- 3. Pemberian kombinasi zat pengatur tumbuh NAA dan BAP berpengaruh nyata terhadap induksi kalus daun porang (*Amorphophallus muelleri* Blume). Konsentrasi 1 mg/l NAA + 2 mg/l BAP yakni konsentrasi paling efektif dalam pertumbuhan kalus dengan rerata hari muncul kalus 12,67 HST dan berat basah kalus sebesar 0,40467 g.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya diharapkan adanya parameter terkait histologi kalus remah, intermediet dan kompak sehingga dapat memberikan informasi lebih lengkap mengenai keterangan kalus pada penelitian induksi kalus.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdellatef, E., & Khalafallah, M. M. 2008. Influence Of Growth Regulators On Callus Induction From Hypocotyls Of Medium Staple Cotton (Gossypium hirsutum L.) Cultivar Barac B-67. Journal Of Soil Nature, 2(1), 17-22.
- Ahmad, F. I., Wagiran, A., Abd Samad, A., Rahmat, Z., & Sarmidi, M. R. 2016. Improvement Of Efficient In Vitro Regeneration Potential Of Mature Callus Induced From Malaysian Upland Rice Seed (*Oryza Sativa* Cv. Panderas). *Saudi Journal Of Biological Sciences*, 23(1), S69-S77.
- Alamsyah, M. A. B. O. 2019. Pengaruh Glukomanan Terhadap Penurunan Risiko Penyakit Stroke Iskemik. *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*. 10(2): 292-298.
- Alitalia, Y. 2008. Pengaruh Pemberian BAP dan NAA Terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Mikro Kantong Semar (*Nepenthes mirabilis*) Secara *In vitro*. Skripsi. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Al-Mahalli, Imam Jalaluddin dan Imam Jalaluddin As-Suyuthi. 2000. Tafsir Jalalain. Bandung: Sinar Baru Algensindo
- Al-Maraghi, Ahmad Musthafa. 1974. *Tafsir Al-Maraghi*. Mesir: Musthafa Al Halabiy
- Al Qurthubi, Syekh Imam. 2000. *Tafsir al Qurthubi*. Jakarta: Pustaka Azzam
- Amien, S., & Khirana, K. D. 2017. Paclobutrazol Meningkatkan Kandungan Klorofil Plantlet Nilam Kultivar Sidikalang Dan Tapaktuan In Vitro. *Agrin.* 21(1).
- Anindita, F., Bahri, S., & Hardi, J. 2016. Ekstraksi dan Karakterisasi Glukomanan dari Tepung Biji salak (*Salacca edulis* Reinw.). *KOVALEN: Jurnal Riset Kimia*. 2(2).
- Anitasari, S. D. 2018. *Dasar Teknik Kultur Jaringan Tanaman*. Yogyakarta: Deepublish.
- Anturida, Z., Azrianingsih, R., & Wahyudi, D. 2015. Pengaruh Jarak Tanam Terhadap Pertumbuhan Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume.) Pada Fase Pertumbuhan Kedua. *Jurnal Biotropika*. *3*(3), 132-136.
- Anwar, N. 2007. Pengaruh Media Multiplikasi Teradap Pembentukan Akar pada Tunas *In Vitro* Nanas (*Ananas comocus* (L) Merr.) cv. Smooth

- Cayenne di Media Pengakaran Bogor. Skripsi. Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor
- Ariati, S. N. 2012. Induksi Kalus Tanaman Kakao (*Theobroma cacao* L) Pada Media MS dengan Penambahan 2,4 D, BAP dan Air Kelapa. *Jurnal Natural Science*. 1(1): 78-84
- Assidiqi, A., & Jumin, H. B. 2018. Pengaruh Naa Dan Bap Terhadap Pertumbuhan Ciplukan (*Physalis Angulate* L.) Secara In-Vitro. *Dinamika Pertanian*, 34(3), 247-254.
- Ayuningrum K, Budisantoso I & Kamsinah. 2015. Pemberian hormon 2,4-D dan BAP terhadap pertumbuhan subkultur kalus Kedelai (Glycine max (L.) Merrill) secara in vitro. Biosfera, 32(1):59-65.
- Barus, Mellysa Elwi dan Restuati, Mertina. 2017. Pengaruh Media Kultur Pada Planlet Kentang *Solanum tuberosum* L Terhadap Totipotensi Pertumbuhan Tunas. *Jurnal Ilmiah Farmasi Imelda*. Vol. 1. No. 2
- Baharan, E., Mohammadi, P. P., Shahbazi, E., & Hosseini, S. Z. 2015. Effects Of Some Plant Growth Regulators And Light On Callus Induction And Explants Browning In Date Palm (*Phoenix Dactylifera* L.) In Vitro Leaves Culture. *Iranian Journal Of Plant Physiology*, 5(4), 1473-1481.
- Campbell dan Recce. 2014. Biologi. Jakarta: Erlangga
- Chairiyah, N., Harijati, N., & Mastuti, R. 2014. Pengaruh waktu panen terhadap kandungan glukomannan pada umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) periode tumbuh ketiga. *Research journal of life science*. *I*(1), 37-42.
- Chairul, C., & Chairul, S. M. 2006. Isolasi Glukomanan Dari Dua Jenis Araceae: Talas (*Colocasia esculenta* (L.) Schott} dan Iles-iles Amorphophallus campanulatus Blumei). Berita Biologi. 8(3), 171-178.
- Chen, H. L., Cheng, H. C., Liu, Y. J., Liu, S. Y., & Wu, W. T. 2006. Konjac Acts as a Natural Laxative by Increasing Stool Bulk and Improving Colonic Ecology in Healthy Adults. *Nutrition*. 22(11-12), 1112-1119.
- Damayanti, P., Latunra, A. I., & Johanes, E. 2021. Embryogenic Callus Induction of Todolo Toraja Coffee Leaf Cells (*Coffea arabica* Var. Typica) with the Addition of 2, 4-DichlorophenoxyaceticAcid (2, 4-D) and Furfurylaminopurine (Kinetin) in Vitro. In *IOP*

- *Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 755, No. 1, p. 012044). IOP Publishing.
- Diana, E. 2019. Manaqib Syaikh Abdul Qadir Al-Jailani Dalam Kitab Al-Lujain Ad-Dani Karya Syaikh Ja'far Al-Barzanji (Doctoral Dissertation, Uin Raden Fatah Palembang).
- Dhage, S. S., Pawar, B. D., Chimote, V. P., Jadhav, A. S., & Kale, A. A. 2012. In Vitro Callus Induction And Plantlet Regeneration In Fig (*Ficus Carica L.*). *J. Cell Tissue Res*, 12, 3395-3400.
- Dwi, N. M. 2012. Pengaruh Pemberian Air Kelapa Dan Berbagai Konsentrasi Hormon 2,4 D pada Medium MS dalam Menginduksi Kalus Tanaman Anggur (*Vitisvinera* L). *Jurnal Natural Science*. 1(1): 53-62
- Dwiyani, R. 2015. Kultur Jaringan Tanaman. Pelawa Sari: Denpasar Barat.
- Dwiyono, K., Sunarti, T. C., Suparno, O., & TIP, L. H. 2014. Penanganan Pascapanen Umbi Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri* Blume) Studi Kasus Di Madiun, Jawa Timur. *Journal Of Agroindustrial Technology*. 24(3).
- Faridah, Anni. 2014. Identifikasi Porang Glukomanan Hasil Optimasi Ekstraksi Menggunakan Ftir, Sem dan Nmr. *Jurnal Rekapangan*. Vol. 8. No. 2
- Fauziyyah, D., & Hardiyati, T. 2012. Upaya Memacu Pembentukan Kalus Eksplan Embrio Kedelai (*Glycine max* (L.) Merril) dengan Pemberian Kombinasi 2.4-D dan Sukrosa Secara Kultur In Vitro. *Pembangunan Pedesaan.* 12(1).
- Gurusmatika, S., Nishi, K., Harmayani, E., Pranoto, Y., & Sugahara, T. 2017. Immunomodulatory Activity Of Octenyl Succinic Anhydride Modified Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) Glucomannan On Mouse Macrophage-Like J774. 1 Cells And Mouse Primary Peritoneal Macrophages. *Molecules*, 22(7), 1187.
- George, E. F. 2008. *Plant Propagation by Tissue Culture, 3nd Edition*. England: Exegetic Limited
- Haliani, H., Wardah, W., & Suwastika, I. N. 2015. Callus Induction and Propagation of Cocoa (*Theobroma cacao* 1.) Clones Sulawesi 2 in Various Concentration of 2, 4-D, BAP Adding with Coconut Water. *AGROLAND The Agricultural Sciences Journal* (*e-Journal*), 2(2), 111-120.

- Handayani, T. 2008. Potensi Embriogenesis Beberapa Genotip Kedelai Toleran dan Peka Naungan. Bogor: IPB
- Hartati, S., Budiyono, A., & Cahyono, O. 2016. Pengaruh NAA dan BAP terhadap pertumbuhan subkultur anggrek hasil persilangan Dendrobium biggibum X Dendrobium liniale. Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture. 31(1), 33-37.
- Hidayah, N., Suhartanto, M. R., & Santosa, E. 2018. Pertumbuhan dan produksi benih iles-iles (*Amorphophallus mueller*i Blume) asal teknik budi daya yang berbeda. *Buletin Agrohorti*. 6 (3). 405-411.
- Hidayat, R., Abdullah, A., & Muchdar, A. 2021. Pemantapan Masa Inkubasi Kalus Kedelai Secara In Vitro Dalam Media Ms (*Murashige Dan Skoog*) B5 (Gamborg). *Agrotekmas Jurnal Indonesia: Jurnal Ilmu Pertanian*, 2(2), 60-70.
- Hu, W., Fagundez, S., Katin-Grazzini, L., Li, Y., Li, W., Chen, Y., & Li, Y. 2017. Endogenous auxin and its manipulation influence in vitro shoot organogenesis of citrus epicotyl explants. *Horticulture research*, *4*(1), 1-6.
- Hutami, S. 2008. Masalah Pencoklatan Pada Kultur Jaringan. *Jurnal Agrobiogen* 4(2):83-88
- Hendrayono dan Wijayanti. 1994. Teknik Kultur Jaringan: Pengenalan dan Petunjuk Perbanyakan Tanaman Secara Vegetatif Modern. Yogyakarta: Kanisius
- Hoeseon, Hazar D. S. 2004. Kultur *In-Vitro* Eksplan Rimpang *Zingiber zerumbet* van *aromaticum* Val. *Berita Biologi*. Vol.7. No. 3
- Ibrahim, M. S. 2015. Faktor Penentu Keberhasilan Perbanyakan Kopi (*Coffea* spp.) Melalui Embriogenesis somatik. *SIRINOV*, *3*(3), 127-136.
- Ikeuchi, M., Sugimoto, K., & Iwase, A. 2013. Plant Callus: Mechanisms Of Induction And Repression. *The Plant Cell*, 25(9), 3159-3173.
- Ilyas. 2016. Peningkatan Produksi, Manfaat Sustainability Biodiversitas Tanaman Indonesia Volume I. Bogor: IPB Press
- Imelda, M., Wulansari, A., & Poerba, Y. S. 2007. Mikropropagasi Tanaman Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri* Blume). *Berita Biologi*. 8(4), 271-277.
- Indah, P. N., & Ermavitalini, D. 2013. Induksi kalus daun nyamplung (*Calophyllum inophyllum* Linn.) pada beberapa kombinasi

- konsentrasi 6-Benzylaminopurine (BAP) dan 2, 4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2, 4-D). *Jurnal Sains dan Seni ITS*. 2(1)
- Indriyani, S., Mastuti, R., & Roosdiana, A. 2010. Kandungan Oksalat Umbi Porang (*Amorphophallus Muelleri* Blume Syn. A. *Oncophyllus* Prain).). *Berk Penel Hayati*. 99–102
- Jayaraman, S., Daud, N. H., Halis, R., & Mohamed, R. 2014. Effects Of Plant Growth Regulators, Carbon Sources And Ph Values On Callus Induction In Aquilaria Malaccensis Leaf Explants And Characteristics Of The Resultant Calli. *Journal Of Forestry Research*, 25(3), 535-540.
- Junairiah, J., Purnomo, P., Utami, E. S. W., & Sulistyorini, L. 2018. Callus Induction of Piper betle L. Var Nigra Using 2, 4-Dichlorofenoxyacetic Acidand 6-Benzil Aminopurin. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 10(3), 588-596.
- Junairiah, Sofiana, D. A., & Manuhara, Y. S. W. 2018. Induksi Kalus Piper retrofractum Vahl. dengan Zat Pengatur Tumbuh Auksin dan Sitokinin. *Journal of Pharmacy and Science*. 3(2), 41-46.
- Junairiah, J., Wulandari, D. A., Utami, E. S. W., & Zuraidassanaaz, N. I. 2021. Callus Induction And Secondary Metabolite Profile From *Elephantopus scaber* L. *Journal Of Tropical Biodiversity And Biotechnology*, 6(1), 59234.
- Karjadi, A K dan Buchroy, A. 2008. Pengaruh Komposisi Media Dasar, Penambahan BAP, dan Pikloram terhadap Induksi Tunas Bawang Merah. *J. Hort.* 18(1):1-9
- Kumar, N., & Reddy, M. P. 2011. In vitro plant propagation: a review. *Journal of forest and environmental science*, 27(2), 61-72.
- Kurnianingsih, R. 2009. Pengaruh Pemberian BAP (6-Benzyl Amino Purine) pada Media Multiplikasi Tunas Anthurium hookerii Kunth. Enum. Secara In vitro. Vis Vitalis. 02 (2). ISSN 1978-9513
- Kristina dan Bermawie. 1999. Pengaruh Subkultur dan Lama Periode Kultur Pada Daya Multiplikasi Tunas Lada (*Piper nigrum L.*). *Jurnal Littri*. Vol. 05. No. 03
- Lidyawati, N. N., Waeniati, W., Muslimin, M., & Suwastika, I. N. 2012.

 Perbanyakan Tanaman Melon (*Cucumis melo* L.) Secara In Vitro
 Pada Medium Ms Dengan Penambahan Indole Acetic Acid (IAA)

- Dan Benzil Amino Purin (BAP). *Natural Science: Journal of Science and Technology. 1*(1).
- Lizawati. 2012. Induksi Kalus Embriogenik Dari Eksplan Tunas Apikal Tanaman Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.) Dengan Penggunaan 2,4 D Dan Tdz. Vol 1 No.2. ISSN:2302-6472
- Lestari, E. G. 2011. Peranan Zat Pengatur Tumbuh Dalam Perbanyakan Tanaman Melalui Kultur Jaringan. *Jurnal Agrobiogen*. 7 (1): 63-68
- Lestari, E. G dan Mariska. 2003. Pengaruh Berbagai Formulasi Media Terhadap Regenerasi Kalus Pada Indica. *Prosiding Semhas Penelitian dan Bioteknologi Tanaman*. 257-263
- Mahadi, I., Syafi'i, W., & Sari, Y. 2016. Induksi Kalus Jeruk Kasturi (*Citrus microcarpa*) Menggunakan Hormon 2, 4-D dan BAP dengan Metode in vitro. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 21(2), 84-89.
- Manpaki, S. J., Prihantoro, I., & Karti, P. D. M. 2018. Growth Response Of Leucaena Embryogenic Callus On Embryo Age Differences And Auxin 2, 4-Dichlorophenoxyacetic Acid.
- Mardhiyetti, M., Syarif, Z., Jamarun, N., & Suliansyah, I. 2015. Pengaruh Bap (Benzil Adenin Purin) Dan Naa (Naphthalen Acetic Acid) Terhadap Eksplan Tanaman Turi (Sesbania grandiflora) Dalam Media Multiplikasi In Vitro. Pastura. 5(1), 35-38.
- Mariamah, M., & Linda, R. 2017. Pertumbuhan Kalus Tanaman Markisa (Passiflora sp.) dengan Penambahan Naphtalene Acetic Acid (NAA) dan 6-Benzyl Amino Purine (BAP). *Protobiont*, 6(2).
- Matsuoka, H., & Hinata, K. 1979. Naa-Induced Organogenesis And Embryogenesis In Hypocotyl Callus Of *Solarium melongena* L. *Journal Of Experimental Botany*, 30(3), 363-370.
- Mejaya, Made Jana. 2015. *Tanaman Porang: Pengenalan, Budidaya, dan Pemanfaatannya*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan
- Moallem S, Behbahani M, Mousavi S. 2013. Effect Of Gamma Radiation On Callus Induction And Regeneration Of *Rosa canina* Through In Vitro Culture. Trakia J Sci. 11:158-162.
- Nisak, K. 2012. Pengaruh Kombinasi Konsentrasi ZPT NAA dan BAP Pada Kultur Jaringan Tembakau *Nicotina tabacum* var. Prakcak 95. *Jurnal Sains dan Seni Pomits*. 1(1). 1-2

- Nurlela, N., Ariesta, N., Laksono, D. S., Santosa, E., & Muhandri, T. 2021. Characterization of Glucomannan Extracted from Fresh Porang Tubers Using Ethanol Technical Grade. *Molekul*, 16(1), 1-8.
- Nursyamsi, N., & Suhartati, S. 2007. Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh Pada Perbanyakan Jati Muna Secara Kultur Jaringan. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam.* 4(4): 385-390
- Padusung, P., Fahrudin, F., Mahrup, M., & Soemeinaboedhy, S. 2020.

 Meningkatkan Kesejahteraan Petani Hutan Melalui Integrasi
 Tanaman Porang (*Amorphophallus onchophyllus*) Dengan
 Vegetasi Tegakan di Kawasan Rinjani Lombok. In *Prosiding*Seminar Nasional Pertanian. Vol. 1. No. 1: 43-56).
- Pandiangan, D. dan A. Subarnas. 2011. *Produksi Katarantin Melalui Kultur Jaringan*. Bandung: Lubuk Agung
- Pangestika, D., Samanhudi, S., & Triharyanto, E. 2017. Kajian Pemberian IAA dan Paclobutrazol Terhadap Pertumbuhan Eksplan Bawang Putih. *Jurnal Kewirausahaan dan Bisnis*, 17(9).
- Paramartha, A. I., Ermavitalini, D., & Nurfadilah, S. 2012. Pengaruh penambahan kombinasi konsentrasi ZPT NAA dan BAP terhadap pertumbuhan dan perkembangan biji *Dendrobium taurulinum JJ* Smith secara *in vitro*. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. *1*(1), E40-E43.
- Parnata, A. S. 2004. *Pupuk Organik Cair Aplikasi dan Manfaatnya*. Jakarta: Agromedia Pustaka
- Pierik, R. L. M., Van Leeuwen, P., & Rigter, G. C. C. M. 1979. Regeneration of leaf explants of *Anthurium andraeanum* Lind. in vitro. *Netherlands Journal of Agricultural Science*, 27(3), 221-226.
- Puteri, R. F. 2014. Pengaruh Penambahan Berbagai Konsentrasi Naa (Napthalene Acetic Acid) Dan Bap (Benzyl Amino Purine)
 Terhadap Induksi Kalus Daun Sirsak (Annona Muricata) Secara In Vitro. Lenterabio: Berkala Ilmiah Biologi. 3(3).
- Puteri, Y. S. 2015. Pertumbuhan Kalus *Stevia rebaudiana* Bertoni dari Eksplan Daun dan Ruas Batang dengan Periode Subkultur Berbeda. Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor. Skripsi.
- Pradipta, I. M. D., & Mawarani, L. J. 2012. Pembuatan dan Karakterisasi Polimer Ramah Lingkungan Berbahan Dasar Glukomanan Umbi Porang. *Jurnal Sains dan Seni POM ITS. 1*(1), 1-6.

- Pramanik, D & Rachmawati, F. 2010. Pengaruh Jenis Media Kultur *In Vitro* dan Jenis Eksplan terhadap Morfogenesis Lili Oriental. *J. Hort*. Vol. 20. No. 2:111-119
- Rahardja, P. C., dan Wahyu, W. 2003. *Aneka Cara Memperbanyak Tanaman*. Agromedia Pustaka: Jakarta.
- Rahmadaniarti, Aditya. 2015. Toleransi Tanaman Porang (*Amorphophallus oncophyllus* Prain.) Terhadap Jenis Dan Intensitas Penutupan Tanaman Penaung *Shade-Tolerance Of Konjac (Amorphophallus Oncophyllus* Prain.) *On Various Stands Species And Shading Intensity. Jurnal Kehutanan Papuasia*. Vol. 1. No. 2:76-81
- Rajiman. 2018. Pengaruh Zat Pengatur Tumbuh (ZPT) Alami terhadap Hasil dan Kualitas Bawang Merah. Seminar Nasional "Peran Keanekaragaman Hayati untuk Mendukung Indonesia sebagai Lumbung Pangan Dunia. Vol 2. No. 1: -ISSN: 2615-7721
- Rasud, Y., & Bustaman, B. 2020. Induksi Kalus Secara *In Vitro* dari Daun Cengkeh (*Syizigium aromaticum* L.) dalam Media dengan Berbagai Konsentrasi Auksin. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 25(1), 67-72
- Rusdianto dan Indrianto, A. 2015. Peningkatan Pembentukan Embrio Somatik pada Wortel (*Daucus carota* L) Menggunakan N6-benzylaminopurine (BAP). *Bionature*. 16(2).
- Roostika, I., Mariska, I., Khumaida, N., Meranti, J., & Wattimena, G. A. 2016. Indirect Organogenesis And Somatic Embryogenesis Of Pineapple Induced By Dichlorophenoxy Acetic Acid. *Jurnal Agrobiogen.* 8 (1): 8-18
- Rosita, E., Siregar, L. A. M., & Kardhinata, E. H. 2015. Pengaruh Jenis Eksplan dan Komposisi Media terhadap Pembentukan Tunas Tanaman Karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) Secara In Vitro. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*. 4(1): 107799.
- Royani, Ida. 2015. Induksi Kalus kacang Tanah (*Arachis hypogea* L) Varietas Kelinci dengan Perlakuan 2,4 D dan BAP. *Journal Penelitian Pendidikan IPA*. 1(2)
- Santosa, E., Lontoh, A. P., Kurniawati, A., Sari, M., & Sugiyama, N. (2016). Flower Development And Its Implication For Seed Production On *Amorphophallus muelleri* Blume (Araceae). *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 7(2), 65-74.

- Santoso, U dan Nursandi, F. 2004. *Kultur Jaringan Tanaman*. Malang: UMM Press
- Sari, R., & Suhartati, S. 2015. Tumbuhan Porang: Prospek Budidaya Sebagai Salah Satu Sistem Agroforestry. *Buletin Eboni*. *12*(2). 97-110.
- Saputro, Lefiyanti, O., & Mastuti, I. 2014. Pemurnian Tepung Glukomanan dari Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Menggunakan Proses Ekstraksi/Leaching dengan Larutan Etanol. Simposium Nasional Rapi Xiii. Issn 1412-9612
- Sapsuha, Y., Soetrisno, D., & Kustantinah, K. 2011. Induksi Kalus dan Embriogenesis *Somatik In Vitro* Pada Lamtoro (*Leucaena leucocephala*). *BERITA BIOLOGI*. 10(5), 627-633.
- Saptiani, E., & Rahmi, H. 2020. Induksi Kalus Dari Eksplan Daun Tanaman Kawista (*Limonia acidissima* L.) Secara In Vitro Pada Media MS Dengan Penambahan Beberapa Konsentrasi Air Kelapa (*Cocos nucifera* L.). *Jurnal Agrotek Indonesia (Indonesian Journal of Agrotech*), 5(2), 51-56.
- Sartika, D., & Santosa, D. 2019. Pengaruh Kombinasi Zat Pengatur Tumbuh (2, 4 D Dan Kinetin) Terhadap Pertumbuhan Dan Kandungan Metabolit Sekunder Pada Kalus *Phaleria Macrocarpa* (Scheff.) Boerl.
- Singh, R., Rai, M. K., & Kumari, N. 2015. Somatic Embryogenesis And Plant Regeneration In *Sapindus mukorossi* Gaertn. From Leaf-Derived Callus Induced With 6-Benzylaminopurine. *Applied Biochemistry And Biotechnology*, 177(2), 498-510.
- Setiawati, T., Arofah, A. N., & Nurzaman, M. 2020. Induksi Kalus Krisan (*Chrysanthemum Morifolium* Ramat Var. Tomohon Kuning)
 Dengan 2, 4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2, 4-D) Dan 6Benzylaminopurine (Bap) Pada Kondisi Pencahayaan
 Berbeda. *Pro-Lif.*, 7(1), 13-26.
- Siswanti, S., Anandito, R. B. K., & Manuhara, G. J. 2009. Characterization Of Composite Edible Film From Glucomanan Of Iles-Iles (*Amorphopallus muelleri*) Tuber And Cornstarch. *Biofarmasi Journal Of Natural Product Biochemistry*. 7(1), 10-21
- Siswanti, S., Anandito, R. B. K., & Manuhara, G. J. 2013. Karakterisasi Edible Film Komposit Dari Glukomanan Umbi Ilesiles (*Amorphopallus*

- muelleri Blume) dan Maizena. Jurnal Teknologi Hasil Pertanian, 6(2).
- Sitorus, E. N., Hastuti, E. D dan Setiari, N. 2011. Induksi Kalus Binahong (*Bassellarubra* L) Secara *In Vitro* Pada Media Murashige dan Skoog dengan Konsentrasi Sukrosa yang Berbeda. *Bioma*. 13(1)
- Setiawati, Muharani, A. Z. 2017. Perbanyakan In-Vitro Tanaman Kentang (Solanum tuberosum L) Kultivar Granola Dengan Penambahan meta-Topolin Pada Media Modifikasi MS (Murashige & Skoog) (Doctoral dissertation). Jurnal Metamorfosa. 5 (1) 44-50
- Sudrajad, H., & Suharto, D. 2015. Pengaruh NAA dan BAP terhadap eksplan Pegagan (*Centella asiatica* (L.) Urb.). *Agrovigor: Jurnal Agroekoteknologi*. 8(1), 26-31
- Sugiyono, S., & Perwitosari, D. 2016. Pengaruh Penggunaan Tepung Umbi Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) Sebagai Bahan Pengikat Terhadap Sifat Fisik Dan Kimia Tablet Parasetamol. *Prosiding Snst Fakultas Teknik*. 1(1).
- Sulistiyo, R. H., Soetopo, L., & Damanhuri, D. 2015. Eksplorasi Dan Identifikasi Karakter Morfologi Porang (*Amorphophallus muelleri* B.) Di Jawa Timur. *Jurnal Produksi Tanaman*. *3*(5).
- Sumarwoto, S. (2005). Iles-Iles (Amorphophallus Muelleri Blume); Description And Other Characteristics. Biodiversitas Journal Of Biological Diversity. 6(3)
- Sumarwoto, S. 2008. Uji Zat Pengatur Tumbuh Dari Berbagai Jenis dan Konsentrasi Pada Stek Daun Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri* Blume). *Agroland: Jurnal Ilmu-ilmu Pertanian*. 15(1), 7-11.
- Sunarti. 2017. Serat Pangan Dalam Penanganan Syndrom Metabolik. Jogjakarta: Gadjah Mada University Press
- Sukmadjaja, D. 2005. Embriogenesis Somatik Langsung Pada Tanaman Cendana. *Jurnal Bioteknologi Pertanian*, 10(1), 1-6.
- Skoog, F., & Tsui, C. 1948. Chemical Control Of Growth And Bud Formation In Tobacco Stem Segments And Callus Cultured In Vitro. *American Journal Of Botany*, *35*(10), 782-787.

- Sridhar, T. M., & Naidu, C. V. 2011. An efficient callus induction and plant regeneration of *Solanum nigrum* (L.)-An important antiulcer medicinal plant. *Journal of Phytology*, 3(5).
- Tabuni, D., Polii-Mandang, J., & Tilaar, W. 2018. Penggunaan NAA (Napthalene Acetic Acid) dan Kinetin (6-furfurylaminopurine) pada Induksi Tunas Kubis Bunga Putih (Brassica oleraceae L. var. Botrytis) secara in-vitro (Use of NAA (Naphtalene acetic acid) and Kinetin (6-furfurylaminopurine) For In-Vitro Shoot Induction of White Cabbage (Brassica oleraceae L. var. Botrytis). JURNAL BIOS LOGOS, 8(2), 52-58.
- Tahir, S. M., Victor, K., & Abdulkadir, S. 2011. The Effect Of 2, 4-Dichlorophenoxy Acetic Acid (2, 4-D) Concentration On Callus Induction In Sugarcane (*Saccharum officinarum*). *Nigerian Journal Of Basic And Applied Sciences*, 19(2).
- Taiz, L and E. Zeiger. 2010. *Plant Physiology*. Sunderland: Sinauer Associates
- Tanjung, S. P., Damanik, R. I., & Siregar, L. A. M. 2017. Potensi Terbentuknya Kalus Embriogenik pada Beberapa Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merill) Toleran terhadap Kondisi Hipoksia secara In Vitro: The Potential Formation Of Embryogenic Callus Of The Hypoxia Condition Tolerant Of Soybean Varieties In Vitro. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 5(3), 546-558.
- Taryono. 2016. *Pengantar Bioteknologi Untuk Pemuliaan Tanaman*. Yogyakarta: UGM Press
- Tuskan, G. A., Mewalal, R., Gunter, L. E., Palla, K. J., Carter, K., Jacobson, D. A., & Muchero, W. 2018. Defining the genetic components of callus formation: A GWAS approach. *PloS one*, *13*(8)
- Tuhuteru, S., Hehanussa, M. L., & Raharjo, S. H. 2018. Pertumbuhan dan Perkembangan Anggrek *Dendrobium Anosmum* Pada Media Kultur In Vitro Dengan Beberapa Konsentrasi Air Kelapa. *Agrologia*. 1(1).
- Tjitrosoepomo,G. 2002. *Taksonomi Tumbuhan (Spermatophyta)*. Yogyakarta: Gadja Mada University Press
- Yildiz, M. 2012. The Prerequisite Of The Success In Plant Tissue Culture: High Frequency Shoot Regeneration. *Recent Advances In Plant In Vitro Culture. Intech, Rijeka*, 63-90.

- Yuniastuti E, Praswanto dan I. Harmaningsih. 2010. Pengaruh konsentrasi BAP terhadap multiplikasi tunas Anthurium (*Anthurium andraenum* Linden) pada beberapa media dasar secara invitro. *Jurnal Caraka Tani*. vol 25(1):1-8.
- Yusuf, R., Samudin, S., & Rini, N. S. 2019. Initiation of onion callus (*Allium wakegiaraki*) varieties of lembah palu at various light intensities. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 361, No. 1, p. 012028). IOP Publishing.
- Yusnita. 2003. *Kultur jaringan Cara Memperbanyak Tanaman Secara Efisien*. Agro Media Pustaka: Jakarta
- Yelnititis. 2012. Pembentukan Kalus Remah Dari Eksplan Daun Ramin (Gonystylus Bancanus (Miq) Kurz.) [Friable Callus Induction From Leaf Explant Of Ramin (Gonystylus Bancanus (Miq) Kurz.).

 Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan . Vol. 6 No. 3: 181 194
- Yokoya, N. S., West, J. A., & Luchi, A. E. 2004. Effects Of Plant Growth Regulators On Callus Formation, Growth And Regeneration In Axenic Tissue Cultures Of Gracilaria Tenuistipitata And Gracilaria perplexa (Gracilariales, rhodophyta). Phycological Research, 52(3), 244-254.
- Wattimena, G. Et al.,1992. Bioteknologi Tanaman. Bogor: PAU IPB
- Widjanarko. 2015. Pengaruh Lama Penggilingan Tepung Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dengan Metode Ball Mill (*Cyclone Separator*) Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Tepung Porang. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 3 No. 3: 867-877
- Wigoeno, Y. A., Azrianingsih, R., & Roosdiana, A. 2013. Analisis Kadar Glukomanan Pada Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Menggunakan Refluks Kondensor. *Biotropika: Journal of Tropical Biology.* 1(5) 231-235.
- Wulandari S, Syafii W Dan Yossilia. 2004. Respon Eksplan Daun Tanaman Jeruk Manis (*Citrus sinensis* L.) Secara In Vitro Akibat Pemberian NAA dan BA. *Jurnal Biogenesis*. 1(1): 21-25.
- Zhao, X., Song, J., Zeng, Q., Ma, Y., Fang, H., Yang, L., & Yue, J. 2021. Auxin And Cytokinin Mediated Regulation Involved In Vitro Organogenesis Of Papaya. *Journal Of Plant Physiology*, 260, 153405.

Zulkarnain. 2014. Solusi Perbanyakan Tanaman Budidaya Kultur Jaringan Tumbuhan. akarta: PT. Bumi Aksar

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Hasil Pengamatan

1. Parameter Hari Muncul Kalus

| No. | Perlakuan | Konse | ntrasi | | Ulang | an | Jumlah | Data mata |
|-----|-----------|-------|--------|----|-------|----|--------|-----------|
| NO. | Periakuan | NAA | BAP | 1 | 2 | 3 | Juman | Rata-rata |
| 1 | N0B0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | N0B1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | N0B2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | N0B3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | N0B4 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | N1B0 | 1 | 0 | 23 | 20 | 25 | 68 | 23 |
| 7 | N1B1 | 1 | 1 | 14 | 12 | 13 | 39 | 13 |
| 8 | N1B2 | 1 | 2 | 14 | 11 | 13 | 38 | 12.66 |
| 9 | N1B3 | 1 | 3 | 30 | 29 | 30 | 89 | 29.66 |
| 10 | N1B4 | 1 | 4 | 29 | 27 | 29 | 85 | 28.33 |
| 11 | N2B0 | 2 | 0 | 12 | 13 | 15 | 40 | 13.33 |
| 12 | N2B1 | 2 | 1 | 26 | 25 | 26 | 77 | 25.66 |
| 13 | N2B2 | 2 | 2 | 29 | 28 | 29 | 86 | 28.88 |
| 14 | N2B3 | 2 | 3 | 32 | 31 | 30 | 93 | 31 |
| 15 | N2B4 | 2 | 4 | 26 | 28 | 28 | 82 | 27 |
| 16 | N3B0 | 3 | 0 | 15 | 12 | 14 | 41 | 13.66 |
| 17 | N3B1 | 3 | 1 | 26 | 28 | 28 | 82 | 27 |
| 18 | N3B2 | 3 | 2 | 27 | 28 | 28 | 83 | 28 |
| 19 | N3B3 | 3 | 3 | 29 | 30 | 31 | 90 | 30 |
| 20 | N3B4 | 3 | 4 | 31 | 30 | 30 | 91 | 30 |
| 21 | N4B0 | 4 | 0 | 15 | 13 | 17 | 45 | 15 |
| 22 | N4B1 | 4 | 1 | 25 | 26 | 24 | 75 | 25 |
| 23 | N4B2 | 4 | 2 | 31 | 30 | 28 | 89 | 29.66 |
| 24 | N4B3 | 4 | 3 | 24 | 25 | 22 | 71 | 23.66 |
| 25 | N4B4 | 4 | 4 | 26 | 25 | 24 | 75 | 25 |

2. Parameter Eksplan Membentuk Kalus

| No Dominis | Perlakuan | Konsentrasi | | Ţ | Jlanga | n | Jumlah | Data rata | |
|------------|-----------|-------------|-----|---|--------|---|-----------|-----------|--|
| No. | Periakuan | NAA | BAP | 1 | 2 | 3 | Juilliali | Rata-rata | |
| 1 | N0B0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |
| 2 | N0B1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | |

| 3 | N0B2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
|----|------|---|---|------|------|------|-------|------|
| 4 | N0B3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | N0B4 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | N1B0 | 1 | 0 | 33.3 | 66.7 | 66.7 | 166.7 | 56 |
| 7 | N1B1 | 1 | 1 | 33.3 | 33.3 | 100 | 166.6 | 55.5 |
| 8 | N1B2 | 1 | 2 | 33.3 | 66.7 | 33.3 | 133.3 | 44.4 |
| 9 | N1B3 | 1 | 3 | 33.3 | 66.7 | 33.3 | 133.3 | 44.4 |
| 10 | N1B4 | 1 | 4 | 33.3 | 33.3 | 33.3 | 99.9 | 33.3 |
| 11 | N2B0 | 2 | 0 | 66,7 | 33.3 | 33.3 | 66.6 | 33.3 |
| 12 | N2B1 | 2 | 1 | 33.3 | 66.7 | 66.7 | 166.7 | 55.5 |
| 13 | N2B2 | 2 | 2 | 66.7 | 100 | 33.3 | 200 | 67 |
| 14 | N2B3 | 2 | 3 | 33.3 | 66.7 | 66.7 | 166.7 | 55.5 |
| 15 | N2B4 | 2 | 4 | 100 | 66.7 | 33.3 | 200 | 67 |
| 16 | N3B0 | 3 | 0 | 66.7 | 66.7 | 33.3 | 166.7 | 55.5 |
| 17 | N3B1 | 3 | 1 | 100 | 33.3 | 33.3 | 166.6 | 56 |
| 18 | N3B2 | 3 | 2 | 66.7 | 66.7 | 33.3 | 166.7 | 56 |
| 19 | N3B3 | 3 | 3 | 66.7 | 33.3 | 66.7 | 166.7 | 56 |
| 20 | N3B4 | 3 | 4 | 33.3 | 66.7 | 66.7 | 166.7 | 56 |
| 21 | N4B0 | 4 | 0 | 33.3 | 33.3 | 33.3 | 99.9 | 33.3 |
| 22 | N4B1 | 4 | 1 | 33.3 | 33.3 | 33.3 | 99.9 | 33.3 |
| 23 | N4B2 | 4 | 2 | 33.3 | 33.3 | 33.3 | 99.9 | 33.3 |
| 24 | N4B3 | 4 | 3 | 33.3 | 66.7 | 66.7 | 166.7 | 55.5 |
| 25 | N4B4 | 4 | 4 | 66.7 | 33.3 | 66.7 | 166.7 | 55.5 |

3. Parameter Berat Basah Kalus

| No. | Perlakuan | Kons | entrasi | | Ulangan | l | Jumlah | Rata-Rata |
|-----|-----------|------|---------|-------|---------|-------|----------|-----------|
| NO. | Periakuan | NAA | BAP | U1 | U2 | U3 | Juillian | Rata-Rata |
| 1 | N0B0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2 | N0B1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 3 | N0B2 | 0 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | N0B3 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | N0B4 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 6 | N1B0 | 1 | 0 | 0.05 | 0.054 | 0.049 | 0.153 | 0,041 |
| 7 | N1B1 | 1 | 1 | 0.145 | 0.15 | 0.159 | 0.454 | 0,151 |
| 8 | N1B2 | 1 | 2 | 0.405 | 0.41 | 0.399 | 1.214 | 0,404 |
| 9 | N1B3 | 1 | 3 | 0.019 | 0.021 | 0.018 | 0.058 | 0,019 |
| 10 | N1B4 | 1 | 4 | 0.02 | 0.023 | 0.02 | 0.063 | 0,021 |
| 11 | N2B0 | 2 | 0 | 0.101 | 0.098 | 0.095 | 0.294 | 0,098 |

| 12 | N2B1 | 2 | 1 | 0.053 | 0.056 | 0.052 | 0.161 | 0,053 |
|----|------|---|---|-------|-------|-------|-------|-------|
| 13 | N2B2 | 2 | 2 | 0.024 | 0.028 | 0.025 | 0.077 | 0,025 |
| 14 | N2B3 | 2 | 3 | 0.01 | 0.009 | 0.011 | 0.03 | 0,01 |
| 15 | N2B4 | 2 | 4 | 0.024 | 0.022 | 0.02 | 0.066 | 0,022 |
| 16 | N3B0 | 3 | 0 | 0.35 | 0.37 | 0.348 | 1.068 | 0,356 |
| 17 | N3B1 | 3 | 1 | 0.017 | 0.015 | 0.015 | 0.047 | 0,015 |
| 18 | N3B2 | 3 | 2 | 0.018 | 0.017 | 0.02 | 0.055 | 0,018 |
| 19 | N3B3 | 3 | 3 | 0.016 | 0.014 | 0.013 | 0.043 | 0,014 |
| 20 | N3B4 | 3 | 4 | 0.014 | 0.017 | 0.015 | 0.046 | 0,014 |
| 21 | N4B0 | 4 | 0 | 0.325 | 0.327 | 0.348 | 1 | 0,356 |
| 22 | N4B1 | 4 | 1 | 0.04 | 0.043 | 0.045 | 0.128 | 0,042 |
| 23 | N4B2 | 4 | 2 | 0.055 | 0.053 | 0.057 | 0.165 | 0,055 |
| 24 | N4B3 | 4 | 3 | 0.045 | 0.043 | 0.046 | 0.134 | 0,044 |
| 25 | N4B4 | 4 | 4 | 0.058 | 0.056 | 0.061 | 0.175 | 0,058 |

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

1. Hari Muncul Kalus

A. NAA (Naphthalene Acetic Acid)

Hari Muncul Kalus

| | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|--------|------|
| Between Groups | 800.933 | 4 | 200.233 | 66.744 | .000 |
| Within Groups | 30.000 | 10 | 3.000 | | |
| Total | 830.933 | 14 | | | |

Hari_Muncul_Kalus

| | | Subs | Subset for alpha = 0.05 | | | | | | | |
|-----|---|------|-------------------------|-------|--|--|--|--|--|--|
| NAA | N | 1 | 2 | 3 | | | | | | |
| N0 | 3 | .00 | | | | | | | | |
| N2 | 3 | | 13.33 | | | | | | | |
| N3 | 3 | | 13.67 | | | | | | | |
| N4 | 3 | | 15.00 | | | | | | | |
| N1 | 3 | | | 22.67 | | | | | | |

| Sig | 1.000 | .287 | 1.000 |
|------|-------|------|-------|
| Sig. | 1.000 | .287 | 1.000 |

B. NAA dan BAP

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:Hari_Muncul_Kalus

| Source | Type III Sum of Squares | Df | Mean Square | F | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|---------|------|
| Corrected Model | 9372.053 ^a | 24 | 390.502 | 298.854 | .000 |
| Intercept | 27609.613 | 1 | 27609.613 | 2.113E4 | .000 |
| NAA | 7086.320 | 4 | 1771.580 | 1.356E3 | .000 |
| BAP | 944.987 | 4 | 236.247 | 180.801 | .000 |
| NAA * BAP | 1340.747 | 16 | 83.797 | 64.130 | .000 |
| Error | 65.333 | 50 | 1.307 | | |
| Total | 37047.000 | 75 | | | |
| Corrected Total | 9437.387 | 74 | | | |

Hari_Muncul_Kalus

| | | | | - | Su | bset | | _ | | | |
|-----------|---|-----|-------|-------|-------|------|---|---|---|---|----|
| Perlakuan | N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| N0B0 | 3 | .00 | | | | | | | | | |
| N0B1 | 3 | .00 | | | | | | | | | |
| N0B2 | 3 | .00 | | | | | | | | | |
| N0B3 | 3 | .00 | | | | | | | | | |
| N0B4 | 3 | .00 | | | | | | | | | |
| N1B2 | 3 | | 12.67 | | | | | | | | |
| N1B1 | 3 | | 13.00 | 13.00 | | | | | | | |
| N2B0 | 3 | | 13.33 | 13.33 | | | | | | | |
| N3B0 | 3 | | 13.67 | 13.67 | | | | | | | |
| N4B0 | 3 | | | 15.00 | | | | | | | |
| N1B0 | 3 | | | | 22.67 | | | | | | |

| N2B3 | 3 | | | | 23.67 | 23.67 | | | | | |
|------|---|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| N4B1 | 3 | | | | | 25.00 | | | | | |
| N4B4 | 3 | | | | | 25.00 | | | | | |
| N2B1 | 3 | | | | | 25.67 | 25.67 | | | | |
| N2B4 | 3 | | | | | | 27.33 | 27.33 | | | |
| N3B1 | 3 | | | | | | 27.33 | 27.33 | | | |
| N3B2 | 3 | | | | | | 27.67 | 27.67 | 27.67 | | |
| N1B4 | 3 | | | | | | | 28.33 | 28.33 | 28.33 | |
| N2B2 | 3 | | | | | | | 28.67 | 28.67 | 28.67 | |
| N1B3 | 3 | | | | | | | | 29.67 | 29.67 | 29.67 |
| N4B2 | 3 | | | | | | | | 29.67 | 29.67 | 29.67 |
| N3B3 | 3 | | | | | | | | | 30.00 | 30.00 |
| N3B4 | 3 | | | | | | | | | 30.33 | 30.33 |
| N4B3 | 3 | | | | | | | | | | 31.00 |
| Sig. | | 1.000 | .337 | .054 | .289 | .054 | .054 | .211 | .060 | .064 | .211 |

2. Persentase Eksplan Membentuk Kalus

A. NAA

 $Presentase_Eksplan$

| | Sum of Squares | Df | Mean Square | F | Sig. |
|----------------|----------------|----|-------------|-------|------|
| Between Groups | 5482.077 | 4 | 1370.519 | 6.143 | .009 |
| Within Groups | 2231.120 | 10 | 223.112 | | |
| Total | 7713.197 | 14 | | | |

Presentase_Eksplan

| Duncun | | | | | | |
|--------|---|-------------------------|--------|--|--|--|
| | | Subset for alpha = 0.05 | | | | |
| NAA | N | 1 | 2 | | | |
| N0 | 3 | .000 | | | | |
| N4 | 3 | | 33.300 | | | |
| N1 | 3 | | 44.433 | | | |
| N2 | 3 | | 44.433 | | | |
| N3 | 3 | | 55.567 | | | |

| Sig. | 1.000 | .119 |
|------|-------|------|
| | | |

3. Berat Basah Kalus

A. NAA

| Berat_Basah | | | | | |
|----------------|----------------|----|-------------|---------|------|
| | Sum of Squares | Df | Mean Square | F | Sig. |
| Between Groups | .320 | 4 | .080 | 2.306E3 | .000 |
| Within Groups | .000 | 10 | .000 | | |
| Total | .320 | 14 | | | |

Berat Basah

Duncan

| | | | Subset for alpha = 0.05 | | | | | | |
|------|---|--------|-------------------------|--------|--------|--------|--|--|--|
| NAA | N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | | | |
| N0 | 3 | .00000 | | | | | | | |
| N1 | 3 | | .05100 | | | | | | |
| N2 | 3 | | | .09800 | | | | | |
| N4 | 3 | | | | .32433 | | | | |
| N3 | 3 | | | | | .35600 | | | |
| Sig. | | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | | | |

B. NAA dan BAP

Tests of Between-Subjects Effects

Dependent Variable:Berat_Basah

| | | | | | | | Su | bset | | | | | |
|-----------|---|---|---|---|---|---|----|------|---|---|----|----|----|
| Perlakuan | N | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |

| Source | Type III Sum of Squares | Df | Mean Square | F | Sig. |
|-----------------|-------------------------|----|-------------|---------|------|
| Corrected Model | .965ª | 24 | .040 | 2.218E3 | .000 |
| Intercept | .393 | 1 | .393 | 2.169E4 | .000 |
| NAA | .161 | 4 | .040 | 2.223E3 | .000 |
| BAP | .235 | 4 | .059 | 3.241E3 | .000 |
| NAA * BAP | .569 | 16 | .036 | 1.962E3 | .000 |
| Error | .001 | 50 | 1.813E-5 | | |
| Total | 1.360 | 75 | | | |
| Corrected Total | .966 | 74 | | | |

Berat Basah

| N0B0 | 3 | .00000 | | | | | | | | | | | |
|------|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| N0B1 | 3 | .00000 | • | | | | | | | | | | |
| N0B2 | 3 | .00000 | | | | | | | | | | | |
| N0B3 | 3 | .00000 | | | | | | | | | | | |
| N0B4 | 3 | .00000 | | | | | | | | | | | |
| N2B3 | 3 | .00000 | .01000 | | | | | | | | · | | |
| N3B3 | 3 | ı | .01433 | .01433 | | | | | | | · | ı | |
| 1 | | | | | | | | | | | | | |
| N3B4 | 3 | | .01533 | .01533 | | | | | | | ı | ļ. | |
| N3B1 | 3 | | .01567 | .01567 | 01022 | | | | | | · | | |
| N3B2 | 3 | | · | .01833 | .01833 | | | | | | | • | |
| N1B3 | 3 | | | .01933 | .01933 | | | | | | | | |
| N1B4 | 3 | | ľ | .02100 | | | | · | | | | 1 | |
| N2B4 | 3 | | | .02200 | | | | | | | 1 | | |
| N2B2 | 3 | | ľ | | .02567 | | | | | | | | |
| N4B1 | 3 | | ŀ | | | .04267 | | | | | | | |
| N4B3 | 3 | | | | | .04467 | .04467 | | | | | | |
| N1B0 | 3 | | ŀ | | | | .05100 | .05100 | | | | | |
| N2B1 | 3 | | | | | | | .05367 | | | 1 | | |
| N4B2 | 3 | | | | | | | .05500 | | | | | |
| N4B4 | 3 | | ŀ | | | | | .05833 | | | • | | |
| N2B0 | 3 | | | | | | | | .09800 | | | | |
| N1B1 | 3 | | | | | | | | | .15133 | | | |
| N4B0 | 3 | | | | | | | | | | .33333 | | |
| N3B0 | 3 | | | | | | | | | | | .35600 | |
| N1B2 | 3 | | | | | | | | | | | | .40467 |
| Sig. | | 1.000 | .143 | .060 | .064 | .568 | .075 | .058 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 | 1.000 |

Lampiran 3. Gambar Hasil Pengamatan



Lampiran 4. Foto Pengamatan







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

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama

: Aisyah Afifatun Nuha

NIM

: 17620120 : S1 Biologi

Program Studi Semester

Ganjil TA 2021/2022

Pembimbing

Ruri Siti Resmisari, M.Si

Judul Skipsi

Pengaruh Berbagai Konsentrasi NAA dan BAP Terhadap Induksi Kalus Daun Porang

(Amorphophallus muelleri) Blume Secara In

Vitro

| No | Tanggal | Uraian Materi Konsultasi | Ttd. Pembimbing |
|----|------------------|--|--------------------|
| 1 | 10 Februari 2021 | Penentuan Topik Penelitian dan Penyusunan Latar Belakang | Wu |
| 2 | 19 Februari 2021 | Penyusunan Latar Belakang (Judul) | Ru |
| 3 | 05 Maret 2021 | Penyusunan dan Revisi Latar Belakang | R |
| 4 | 02 April 2021 | Konsultasi BAB I dan II | Hu |
| 5 | 30 April 2021 | Konsultasi BAB I, II dan III | " Ri |
| 6 | 02 Juni 2021 | ACC Proposal BAB I, II dan III | Ra |
| 7 | 20 Agustus 2021 | Konsultasi BAB III dan Cara Pembuatan Media | 1 10 |
| 3 | 24 Agustus 2021 | Kosnultasi Langkah Kerja Penelitian | Ru |

| 9 | 18 November 2021 | Konsultasi Rumus Parameter BAB III | Alu |
|----|------------------|--|-------|
| 10 | 10 Desember 2021 | Konsultasi Hasil Data Gambar Pengamatan | Hy |
| 11 | 15 Desember 2021 | Konsultasi Hasil Data Statistik | Pu |
| 12 | 19 Januari 2022 | Konsultasi BAB IV | 74 |
| 13 | 27 Januari 2022 | Konsultasi BAB I, II, III dan IV | Run |
| 14 | 31 Januari 2022 | Revisi BAB IV dan V | 1 Jeg |
| 15 | 02 Februari 2022 | Konsultasi dan ACC Skripsi | #4 m |
| 16 | 08 Maret 2022 | Konsultasi Naskah Skripsi Pasca Sidang | X. |
| 17 | 14 Maret 2022 | ACC Naskah Skripsi Pasca Sidang | 1/4 |

Malang, 14 Maret 2022

Pembimbing Skripsi,

Ruri Siti Resmisari, M.Si NIP. 1979012320160801 2063 Dr. Evika Sandi Savitri, M.P

200312 2 002



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

KARTU KONSULTASI SKRIPSI

Nama

Aisyah Afifatun Nuha

NIM

17620120

Program Studi

S1 Biologi

Semester

Ganjil TA 2021/2022

Pembimbing

M.Mukhlis Fahruddin, M.S.I

Judul Skipsi

Pengaruh Berbagai Konsentrasi NAA dan

BAP Terhadap Induksi Kalus Daun Porang (Amorphophallus muelleri) Blume

Secara In Vitro

| No | Tanggal | Uraian Materi Konsultasi | Ttd. Pembimbing |
|----|------------------|---|--------------------|
| 1 | 30 April 2021 | Konsultasi Integrasi Al- Qur'an Proposal Skripsi BAB I dan II | Gar |
| 2 | 28 Mei 2021 | Revisi Integrasi Proposal Skripsi BAB II | Jr. |
| 3 | 02 Juni 2021 | ACC Proposal BAB I dan II | Gor |
| 4 | 28 Januari 2021 | Konsultasi Integrasi Al- Qur'an Naskah Skripsi BAB IV | CA. |
| 5 | 31 Januari 2022 | Revisi Integrasi Al-Qur'an Naskah Skripsi BAB IV | () |
| 6 | 03 Februari 2022 | ACC Integrasi Al-Quran Naskah Skripsi BAB IV | for |
| 6 | 01 Maret 2022 | Konsultasi Revisi Integrasi Skripsi Pasca Sidang | 4 |
| 7 | 14 Maret 2022 | ACC Naskah Skripsi Pasca | 1 |

Sidang

Malang, 14 Maret 2022

Pembimbing Skripsi,

M. Mukhlis Fahruddin, M.S.I

NIPT. 201402011409

Dr. Evika Saneti Savitri, M.P

P. 19741618 200312 2 002

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

Form Checklist Plagiasi

Nama

Aisyah Afifatun Nuha

NIM

17620120

Judul Skipsi

: Pengaruh Berbagai Konsentrasi NAA dan BAP Terhadap Induksi Kalus Daun Porang

(Amorphophallus muelleri) Blume Secara In

Vitro

| No | Tim Check Plagiasi | Skor Plagiasi | Tanggal | TTD |
|----|--|------------------|------------------------|-------|
| 1 | Azizatur Rohmah, M.Sc | | | |
| 2 | Berry Fakhry Hanifa, M.Sc | | | |
| 3 | Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc. | 25% | 07 Februari 2021 | Antiz |
| 4 | Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD.Med.Sc | | | |

andi Savitri, M. P