# PENGARUH KONSENTRASI KOLKISIN TERHADAP INDUKSI POLIPLOIDI DAN PERTUMBUHAN TANAMAN PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume) SECARA *IN VITRO*

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**IMEY TAMARA INDIVIA**

**NIM. 18620070**

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

# PENGARUH KONSENTRASI KOLKISIN TERHADAP INDUKSI POLIPLOIDI DAN PERTUMBUHAN TANAMAN PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume) SECARA *IN VITRO*

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**IMEY TAMARA INDIVIA**

**NIM. 18620070**

**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)**

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

## HALAMAN PERSETUJUAN

**PENGARUH KONSENTRASI KOLKISIN TERHADAP INDUKSI POLIPLOIDI DAN PERTUMBUHAN TANAMAN PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume.) SECARA *IN VITRO***

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**IMEY TAMARA INDIVIA**

**NIM. 1820070**

**telah diperiksa dan disetujui untuk diuji**

**tanggal: 14 Juni 2022**

| Pembimbing I | Pembimbing II |
|---|---|
| Ruri Siti Resmisari, M.Si | Dr. M. Mukhlis Fahruddin, M.S.I |
| NIP. 197901232016080120 63 | NIPT. 201402011409 |

**Mengetahui,**

**Ketua Program Studi Biologi**

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

**NIP. 19741018 200312 2 002**

Scanned with CamScanner

## HALAMAN PENGESAHAN

**PENGARUH KONSENTRASI KOLKISIN TERHADAP INDUKSI POLIPLOIDI DAN PERTUMBUHAN TANAMAN PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume.) SECARA *IN VITRO***

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**IMEY TAMARA INDIVIA**

**NIM. 18620070**

**Telah dipertahankan**

**Di Depan Dewan Penguji Skripsi dan Dinyatakan Diterima sebagaiSalah Satu Persyaratan untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si.)**

**Tanggal: 14 Juni 2022**

**Ketua Penguji** : Suyono, M.P
NIP. 19710622200312 1 002

**Anggota Penguji 1:** Didik Wahyudi, M.Si
NIP. 19860102201801 1 001

**Anggota Penguji 2:** Ruri Siti Resmisari, M.Si
NIP. 197901232016080 1 2063

**Anggota Penguji 3:** Dr. M. Mukhlis Fahruddin, M.
NIPT. 201402011409

**Mengesahkan,**
**Ketua Program Studi Biologi**

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

Scanned with CamScanner

## HALAMAN PERSEMBAHAN

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah memberikan nikmat, rahmat serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian ini dengan baik dan lancar. Sholawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad Shalallaahu Alaihi Wassalaam yang telah menjunjung kita menuju jalan yang benar dan di Ridhoi oleh Allah. Skripsi ini dipersembahkan untuk orang-orang yang mendukung dan berperan dalam penelitian penulis, khususnya:

1. Orang tua tersayang, Bapak Hariyanto dan Ibu Wiwin wahyuningsih yang merawat, mendidik dan mendorong serta mendo'akan penulis demi mewujudkan kesuksesan penulis di dunia dan akhirat.
2. Keluarga besar yang selalu memotivasi dan memberi dukungan sehingga penulis lebih bersemangat dalam penelitian.
3. Ibu Ruri Siti Resmisari selaku dosen pembimbing yang senantiasa memberikan pengarahan, motivasi dan nasehat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi tepat waktu.
4. Ibu Lil Hanifah selaku laboran Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan yang telah memberikan fasilitas laboratorium dalam penelitian
5. Teman-teman seperjuangan biologi angkatan 2018 yang telah mendukung dan membantu dalam proses penelitian skripsi
6. Semua orang baik yang selalau mendukung dan mendoakan penulis

Malang, 23 Juni 2022

Imey Tamara Indivia

# MOTTO

**“Kunci dari Kesuksesan Adalah Ikhtiar dan Tawakal”**

## HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Imey Tamara Indivia
NIM : 18620070
Program Studi : Biologi
Fakultas : Sains dan Teknologi
Judul Penelitian : PENGARUH KONSENTRASI KOLKISIN TERHADAP INDUKSI POLIPLOIDI DAN PERTUMBUHAN TANAMAN PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume) SECARA *IN VITRO*

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambil alihan data, tulisan, dan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai hasil tulisan dan/atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sember 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, 23 Juni 2022
Yang membuat pernyataan,

Imey Tamara Indivia
NIM.18620070

## PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI

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

# PENGARUH KONSENTRASI KOLKISIN TERHADAP INDUKSI POLIPLOIDI DAN PERTUMBUHAN TANAMAN PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume) SECARA *IN VITRO*

Imey Tamara Indivia, Ruri Siti Resmisari, M. Mukhlis Fahruddin

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

## ABSTRAK

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) merupakan jenis tanaman berumbi yang sangat menguntungkan karena nilai ekonominya, terutama dalam industri pangan dan kesehatan. Rekombinasi genetik pada tanaman porang menjadi masalah utama budidaya porang untuk menghasilkan tanaman kultivar baru. Upaya yang dapat dilakukan pada permasalahan rekombinasi genetik porang adalah teknik pemuliaan tanaman. Pemuliaan tanaman dapat dilakukan dengan cara induksi poliploidi secara *in vitro*. Induksi poliploidi yang digunakan pada penelitian ini yaitu mutagen kolkisin yang berperan menghambat benang gelendong pada tahap metafase sehingga kromosom yang telah mengganda tidak mengalami pembelahan sel dan dihasilkan sel yang poliploid. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap jumlah kromosom dan pertumbuhan tanaman porang *in vitro*. Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktorial. Faktor perlakuan terdiri atas 6 konsentrasi larutan kolkisin yaitu 0%, 0,05%, 0,1%, 0,15%, 0,2%, dan 0,25% dengan lama perendaman 24 jam. Data kuantitatif dianalisis menggunakan *Analysis of varian* (ANOVA) *one way*, kemudian jika terdapat pengaruh dilanjutkan dengan uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf signifikansi 5%. Hasil dari penelitian ini adalah konsentrasi 0,1%, 0,15% dan 0,2% berpengaruh pada jumlah kromosom sehingga didapatkan sel poliploid sebanyak 78 (6n), sedangkan konsentrasi terbaik pada pertumbuhan tanaman porang berada pada konsentrasi 0,1% yang berpengaruh terhadap jumlah akar, panjang daun dan lebar daun.

Kata kunci*:* kolkisin, poliploidi, *Amorphophallus muelleri* Blume

# THE EFFECT OF COLCHICIN CONCENTRATION ON POLYPLOIDY INDUCTION AND GROWTH OF PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume) *IN VITRO*

Imey Tamara Indivia, Ruri Siti Resmisari, M. Mukhlis Fahruddin

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

## ABSTRACT

Porang (*Amorphophallus muellerı* Blume) is a type of bulbous plant that is very profitable because of its economic value, especially in the food and health industries. Genetic recombination in porang plants is the main problem in porang cultivation to produce new cultivars. Efforts that can be made on the problem of porang genetic recombination are plant breeding techniques. Plant breeding can be done by direct polyploidy induction *in vitro*. The polyploidy induction used in this study is the colchicine mutagen, which inhibits the spindle fibres at the metaphase stage so that the duplicated chromosomes do not undergo cell division and produce polyploid cells. This study aims to determine the effect of colchicine concentration on the number of chromosomes and the growth of porang plants *in vitro*. This study is experimental with one factorial Completely Randomized Design (CRD) method. The treatment factor consisted of 6 concentrations of colchicine solution, namely 0%, 0.05%, 0.1%, 0.15%, 0.2%, and 0.25% with 24 hours of immersion. Quantitative data were analyzed using *the Analysis of variance* (ANOVA) *one way*. Then if there is an effect, continue with the *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) test with a significance level of 5%. The results of this study were concentrations of 0.1%, 0.15%, and 0.2% affected the number of chromosomes so that 78 (6n) polyploid cells were obtained, while the best concentration on porang plant growth was at a concentration of 0.1%, which had an effect on on the number of roots, leaf length and leaf width.

Keywords: colchicine, polyploidy, *Amorphophallus muelleri* Blume

**تأثير الاكتراث الكولشيسين على استقراء البوليبلوويدي ونموّ نبات البورانج (*Amorphophallus muelleri* Blume) كما في المختبر (*In Vitro*)**

ايماي تمارا انديفيا ، روري سيتي رسمي ساري، محمّد مخلص فحر الدين

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

**مستخلص البحث**

هو نوع زرع بطاطا الذي يربح جدا لأن ثمن إقتصاده (*Amorphophallus muelleri* Blume) بورانج في صناعة الغذاء والصحة .تصير إعادة التركيب الوراث مشكلة أساسية على زرع البورانج في زراعته يستطيع أن يعمل المحاولة على مشكلة إعادة التركيب الوراث البورانج .(cultivars) لتحصل زرعا جديدا كما في المختبر . polyploidy هي تقنية نقاهة النبات .تستطيع نقاهة النبات أن تفعل بطريقة استقراء الذي يساعد أن يعرقل سلك colchicine mutagen أي polyploidy يستخدم هذا البحث الاستقراء .polyploidy الغيليندونج على مرحلة الطور حتى لا يجد كروموسوم ناسخ انقسام الخلية ويحصل الخلية يهدف هذا البحث لمعرفة تأثير الاكتراث الكولشيسين على عدد الكروموسومات ونمو نبات البورانج في ١ عامل .يتكون (CRD) المختبر .وهذا البحث هو نوع البحث التجريبي بطريقة تصميم عشوائية كاملة عامل الفعل من ٦ اكتراث محلول الكولشيسين أي ٠%، ٠.٥%، ٠.١%، ٠.١٥%، ٠.٢%، و ٠.٢٥ % إذا يوجد التأثير ثم استمرار ،(ANOVA) الذي ينقع ٢٤ ساعة .يحلل بيانات كمية باستخدام تحليل التباين بمستوى الجوهرية ٥ .%نتائج من هذا البحث أي اكتراث Duncan Multiple Range Test بتجربة بينما (n ٦) ٧٨ polyploidy ٠.١%، ٠.١٥%، و ٠.٢ %يتأثر على عدد الكروموسوم حتى يوجد الخلية اكتراث أحسن على نمو نبات البورانج الذي يقطن على الاكتراث ٠.١ %الذي يؤثر على كم الجذر وطول الورقة وواسعها.

كلمات أساسية: كولشيسين ,بوليبلوويدي ,بورانج

# KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis haturkan kehadirat Allah Subhanahu Wa Ta'ala yang telah senantiasa menganugerahkan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi sebagai syarat kelulusan di Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Maulana Malik Ibrahim Malang deangan judul "Pengaruh Konsentrasi Kolkisin Terhadap Jumlah Kromosom dan Pertumbuhan Tanaman Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Secara *In Vitro*". Sholawat dan salam tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad Shalallaahu Alaihi Wassalaam yang telah membawa kita kepada peradaban manusia yang berlandaskan agama. Penulis juga megucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. H. M. Zainuddin, M.A., selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Dr. Sri Harini, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
3. Dr. Evika Sandi Savitri M.P., selaku Ketua Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
4. Ruri Siti Resmisari, M. Si selaku dosen pembimbing skripsi utama yang telah senantiasa meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk membimbing dan memotivasi dengan penuh kesabaran.
5. Dr. M. Mukhlis Fahruddin, M.S.I, selaku dosen pembimbing agama yang telah senantiasa meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan terkait integrasi sains dan islam.
6. Kiptiyah M.Si selaku dosen wali yang telah senantiasa memberikan bimbingan kepada penulis selama menempuh studi.
7. Suyono, M.P. dan Didik Wahyudi, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik, arahan dan saran dalam menyelesaikan skripsi.
8. Hariyanto dan Wiwin wahyuningsih selaku orang tua yang senantiasa memberikan dukungan semangat dan doa.
9. Teman-teman biologi angkatan 2018 yang selalu memberikan semangat selama menyelesaikan studi.
10. Seluruh pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, yang telah memberikan dukungan dan doa dalam terselesainya skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan skripsi ini jauh dari kesempurnaan dan masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis berharap kritik dan saran yang bersifat membangun. Penulis juga berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi para pembaca.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

Malang, 23 Juni 2022

Imey Tamara Indivia

# DAFTAR ISI

**HALAMAN JUDUL** ..... i
**HALAMAN PENGAJUAN** ..... ii
**HALAMAN PERSETUJUAN** ..... iii
**HALAMAN PENGESAHAN** ..... iv
**HALAMAN PERSEMBAHAN** ..... v
**MOTTO** ..... vi
**HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN** ..... vii
**PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI** ..... vii
**ABSTRAK** ..... ix
**ABSTRACT** ..... x
**مستخلص البحث** ..... xi
**KATA PENGANTAR** ..... xii
**DAFTAR ISI** ..... xiii
**DAFTAR TABEL** ..... xv
**DAFTAR GAMBAR** ..... xvi
**DAFTAR LAMPIRAN** ..... xvii
**DAFTAR SINGKATAN** ..... xviii
**BAB I** ..... 1
**PENDAHULUAN** ..... 1
**1.1 Latar Belakang** ..... 1
**1.2 Rumusan Masalah** ..... 6
**1.3 Tujuan Penelitian** ..... 6
**1.4 Hipotesis Penelitian** ..... 6
**1.5 Manfaat Penelitian** ..... 6
**1.6 Batasan Masalah** ..... 7
**BAB II** ..... 9
**TINJAUAN PUSTAKA** ..... 9
**2.2.2 Kandungan dan Manfaat Porang** ..... 21
**2.2 Kultur Jaringan Tumbuhan *(In Vitro)*** ..... 23
**2.2.1 Pengertian Kultur Jaringan Tumbuhan** ..... 23
**2.2.2 Tahapan kultur Jaringan** ..... 24
**2.3 Pemuliaan Tanaman** ..... 28
**2.4 Mutagen Kolkisin** ..... 31

**BAB III** ..... 34
**METODE PENELITIAN** ..... 34
**3.1 Rancangan Penelitian** ..... 34
**3.2 Waktu dan Tempat** ..... 35
**3.3 Alat dan Bahan** ..... 35
**3.3.1 Alat-alat** ..... 35
**3.3.2 Bahan-bahan** ..... 36
**3.4 Variabel Penelitian** ..... 36
**3.5 Prosedur Kerja** ..... 36
**3.5.2 Pembuatan Media Kultur** ..... 37
**3.5.3 Pembuatan Larutan Kolkisin** ..... 37
**3.5.4 Perlakuan Kolkisin** ..... 38
**3.5.5 Tahap Inisiasi** ..... 38
**3.5.6 Pengamatan Morfologi** ..... 38
**3.5.7 Pembuatan Preparat dan Pengamatan Jumlah Kromosom** ..... 40
**3.6 Analisis Data Penelitian** ..... 40
**BAB IV** ..... 54
**HASIL DAN PEMBAHASAN** ..... 54
**4.2 Pengaruh Konsentrasi Kolkisin Terhadap Pertumbuhan Tanaman Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Secara *In Vitro*** ..... 56
**4.3 Pembahasan Penelitian dalam Perspektif Islam** ..... 60
**BAB V** ..... 60
**PENUTUP** ..... 60
**5.1 Kesimpulan** ..... 60
**5.2 Saran** ..... 60
**DAFTAR PUSTAKA** ..... 61
**LAMPIRAN** ..... 71

# DAFTAR TABEL

Tabel Halaman

Tabel 3.1 Rancangan Unit Percobaan……34

Tabel 3.5 Larutan Konsentrasi kolkisin ……38

Tabel 4.1 Jumlah kromosom tanaman porang setelah perlakaun……..54

Tabel 4.2 Pengaruh kolkisin terhadap pertumbuhan tanaman porang …….56

## DAFTAR GAMBAR

Gambar Halaman

Gambar 2.1 Tahap fotosintesis ……..10

Gambar 2.2 Akar porang ……..……14

Gambar 2.3 Umbi batang, umbi daun, …….. ……...15

Gambar 2.4 Batang porang ……...……16

Gambar 2.5 Tangkai daun porang …….16

Gambar 2.6 Daun porang ……..17

Gambar 2.7 Bunga kuncup, bunga masak……..……18

Gambar 2.8 Letak bunga janatan dan betina ……...…..19

Gambar 2.9 a. buah satu tongkol, b. biji masak, c. biji bertunas ……..19

Gambar 2.10 Struktur kimia kolkisin ……....20

Gambar 2.11 Pengaruh kolkisin terhadap pembentukan tanaman polyploid …....32

Gambar 4.1 Kromosom porang pada berbagai konsentrasi.....32

Gambar 4.2 Tunas berdaun dan belum berdaun..…….....55

Gambar 4.3 Panjang daun …….59

Gambar 4.4 Lebar daun …….59

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran Halaman

Lampiran 1. Hasil ANOVA *one way* dan Uji DMRT 5% ……71

Lampiran 2. Foto penelitian ……..73

Lampiran 3. Kartu konsultasi ……77

Lampiran 4. Kartu konsultasi…….80

Lampiran 5. Cek plagiasi……...82

## DAFTAR SINGKATAN

| Simbol/Singkat | Keterangan |
|---|---|
| ADP | *Adenosin difosfat* |
| ATP | *Adenosin trifosfat* |
| BA | *Benzyladenine* |
| CO2 | *Carbon Dioksida* |
| CH2O | *Carbon Dihidrogen Oksida* (gula) |
| DNA | *Deoxyribo Nukleid Acid* |
| H+ | Hidrogen |
| H2O | *Dihidrogen Oksida* (air) |
| NADP | *Nikotinamid Adenin Dinukleotida* |
| NADPH | *Nikotinamid Adenin Dinukleotida Fosfat* |
| O2 | Oksigen |
| MS | *Murashige and Skoog* |
| pH | power of Hydrogen |
| ZPT | Zat Pengatur Tumbuh |

# BAB I
# PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) merupakan jenis tanaman berumbi yang termasuk dalam famili Araceae (suku talas-talasan). Di kawasan Asia tropis dan subtropis, genus *Amorphophallus* banyak digunakan sebagai sumber makanan dan obat tradisional (Afifah dkk., 2014). Ciri khas yang membedakan *Amorphophallus muelleri* Blume dengan jenis Amorphophallus lainnya yaitu adanya bulbil. Bulbil dapat disebut juga umbi daun, umbi katak dan umbi udara (Rosdiana & Santosa, 2019). Sebagaimana Allah Subhanahu Wa Ta'ala berfirman di dalam Al-Qur'an:

فَلْيَنْظُرِ الْاِنْسَانُ اِلٰى طَعَامِهٖٓ ۙ اَنَّا صَبَبْنَا الْمَاۤءَ صَبًّاۙ ثُمَّ شَقَقْنَا الْاَرْضَ شَقًّاۙ فَاَنْۢبَتْنَا فِيْهَا حَبًّاۙ
وَّعِنَبًا وَّقَضْبًاۙ وَّزَيْتُوْنًا وَّنَخْلًاۙ وَّحَدَاۤىِٕقَ غُلْبًا وَفَاكِهَةً وَّاَبًّا مَتَاعًا لَّكُمْ وَلِاَنْعَامِكُمْۗ

*Artinya:"Maka, hendaklah manusia itu memperhatikan makanannya. Sesungguhnya Kami telah mencurahkan air (dari langit) dengan berlimpah. Kemudian, Kami belah bumi dengan sebaik-baiknya. Lalu, Kami tumbuhkan padanya biji-bijian, anggur, sayur-sayuran, zaitun, pohon kurma, kebun-kebun (yang) rindang, buah-buahan, dan rerumputan. (Semua itu disediakan) untuk kesenanganmu dan hewan-hewan ternakmu." (Qs. Abasa [80]: 24-32)*

Menurut tafsir Al-Qurthubi (2008), Allah Subhanahu Wa Ta'ala menyebutkan penciptaan manusia disertai dengan rezeki yang dimudahkan. Hal ini jelas terbukti bahwa Allah Subhanahu Wa Ta'ala telah menciptakan berbagai jenis tumbuhan seperti biji-bijian, sayur-sayuran dan buah-buahan yang dapat dimanfaatkan oleh manusia sebagai bahan pangan, sandang, papan dan obat-obatan. Maka dari itu, kita sebagai manusia sudah sepatutnya bersyukur dan tidak ada keraguan akan ketetapan-Nya serta selalu meningkatkan keimanan dan ketakwaan kepada Allah Subhanahu wa ta'ala. Beraneka ragam jenis tanaman

telah banyak diproduksi karena memiliki daya dan prospek yang tinggi untuk dikembangkan di Indonesia, salah satu jenis tanaman tersebut adalah umbi porang.

Umbi porang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri pangan dan selain pangan. Glukomanan pada umbi porang digunakan untuk bahan baku industri pangan seperti mie, tahu, es krim, sosis, bakso, keripik, kue kering dan rengginang (Nugrahaeni *et al*., 2021). Selain itu, glukomanan digunakan sebagai bahan pengganti agar dan gelatin, serta pengenyal makanan pengganti boraks (Haryani & Hargono, 2008). Umbi porang juga mengandung karbohidrat yang kaya akan pati, glukosa, serat kasar dan bebas gula, sehingga dapat digunakan sebagai pengganti nasi (Afifah dkk., 2014). Umbi porang dalam bidang kesehatan digunakan untuk bahan baku industri obat diet, *edible wrapper* dan *capsule filler* sedangkan dibidang kecantikan digunakan sebagai krim pengental kosmetik dan dibidang perkakas digunakan untuk industri film dan selonoid, pembuatan tenda, jas hujan dan payung (Nugrahaeni *et al*., 2021).

Porang merupakan salah satu tanaman yang sangat populer dan menguntungkan karena nilai ekonominya, terutama dalam industri pangan dan kesehatan (Hamdhan, 2021). Menurut Ikayanti *et al*. (2021) permintaan porang dalam negeri belum dapat memenuhi permintaan pasar di luar negeri. Hal ini menjadikan permintaan porang dalam negeri selalu meningkat setiap tahunnya. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik, nilai ekspor produk pertanian porang tahun 2019 mencapai 11,721 ton dengan jumlah Rp. 644 M dan meningkat pada tahun 2020 menjadi 20.476 ton dengan jumlah Rp. 924,3 M. Kementrian Pertanian menegaskan bahwa luas tanam porang bisa mencapai 100.000 ha dan

ekspor chip kering sebesar 92,755 ton. Tercatat pada tahun 2021 tanaman porang di ekspor ke 16 Negara dan ekspor terbesarnya adalah ke China (Kementrian Pertanian, 2021).

Budidaya porang dapat dilakukan secara generatif dan vegetatif. Perkembangbiakan porang secara generatif dilakukan menggunakan umbi dan bulbil sedangkan secara vegetatif menggunakan biji. Setiap tanaman porang hanya dapat menghasilkan 1 buah umbi dan 1-20 buah bulbil per tanaman tergantung umur sedangkan biji memiliki jumlah cukup banyak (Supriati, 2016). Menurut Zhao *et al*. (2010) tanaman porang asal biji menghasilkan umbi yang lebih seragam, umur panen yang tergolong cepat dan penanganan benih yang lebih mudah. Namun, biji tanaman porang bersifat apomiksis, yang artinya tidak terjadi peleburan sel sperma dengan sel telur sehingga memungkinkan pembentukan embrio lebih dari satu atau poliembrioni (Wahyudi, 2020).

Biji poliembrioni menghasilkan tanaman yang identik dengan induknya sehingga tanaman ini tidak mengalami rekombinasi genetik (Poerba dkk., 2009). Oleh karena itu, perlu adanya sistem perbaikan produksi tanaman porang untuk menghasilkan kultivar baru. Salah satu cara untuk mendapatkan kultivar baru porang adalah dengan cara teknik pemuliaan tanaman secara *in vitro*. Pemuliaan tanaman merupakan salah satu teknik yang digunakan untuk memperbaiki sifat genetik tanaman agar diperoleh tanaman yang berdaya hasil tinggi sedangkan *in vitro* merupakan perlakuan yang diberikan pada eksplan/planlet dalam lingkungan yang terkendali secara aseptis. Menurut Dwiyani (2015) prinsip kultur *in vitro* yaitu memanfaatkan sel totipotensi yang berarti setiap sel tanaman memiliki kapasitas untuk beregenerasi membentuk tanaman secara utuh. Salah satu metode

kultur *in vitro* yang dapat digunakan untuk meregenerasi tanaman adalah induksi tunas dari biji. Mandela dkk. (2022) menyatakan bahwa perbaikan sifat genetik tanaman porang dapat dilakukan dengan cara induksi poliploidi secara *in vitro.*

Poliploidi merupakan kondisi sel tanaman yang menerima satu atau lebih set tambahan dari kondisi genomik normal (Hetharie dkk., 2018). Keuntungan utama induksi poliploidi adalah tanaman yang diperoleh memiliki sifat morfologi dan hasil yang lebih baik, seperti tanaman lebih tinggi, umbi lebih besar dan ukuran rimpang atau akar lebih besar (Hannweg *et al*., 2016). Selain itu biomassa tanaman meningkat, kapasitas fotosintesis meningkat, bunga, buah dan biji lebih besar, dibandingkan dengan tanaman diploid mereka (Urwin, 2014). Biji poliploid seringkali lebih besar daripada biji diploid karena ukuran selnya yang lebih besar. Poliploidi yang diinduksi oleh kolkisin secara *in vitro* menghasilkan peningkatan kandungan DNA dan mempengaruhi sel-sel permukaan epidermis. Poliploid memiliki ukuran sel yang lebih tebal tetapi memiliki jumlah sel per helai daun yang lebih sedikit dibandingkan dengan diploid (Moghbel *et al*., 2015).

Kolkisin adalah mutagen kimia paling efektif yang fokus utamanya pada ploidi dan bukan pada gen tetapi respon kolkisin berbeda tergantung pada genotipe tanaman (Spencer-Lopes *et al*., 2018). Mekanisme kerja kolkisin pada tumbuhan yaitu melalui penggandaan kromosom dalam mitosis dengan mengikat ujung positif mikrotublin, yang mengakibatkan gangguan polimerisasi mikrotublin. Serat gelendong terdiri dari mikrotubulus yang digunakan untuk menarik kromatid saudara ke kutub sel yang berlawanan. Tanpa aksi serat gelendong, proses mitosis terganggu. Gangguan ini mengakibatkan replikasi DNA tanpa pembelahan sel (Roughani *et al*., 2017).

Merujuk pada penelitian sebelumnya, Xing *et al*. (2011) melaporkan bahwa induksi poliploidi pada benih *Catharanthus roseus* Don. menggunakan kolkisin konsentrasi 0,2% dengan lama perendaman 24 jam menghasilkan stomata yang lebih besar dan memiliki banyak cabang dan daun. Abdoli *et al*. (2013) menunjukkan bahwa induksi poliploidi pada biji *Echinacea purpurea* L. menggunakan kolkisin konsentrasi 0,25% dengan lama perendaman 24 jam menghasilkan stomata yang cukup besar, jumlah kloroplas, ketebalan dan lebar daun yang tinggi. Kundu *et al*. (2018) mengungkapkan bahwa induksi poliploidi pada kultur tunas *Sphagneticola calendulacea* L. menggunakan kolkisin konsentrasi 0,05% dengan lama perendaman 24 jam menunjukkan induksi tetraploid paling optimal dengan tingkat kelangsungan hidup maksimum 63,33% eksplan. Selain itu tanaman tetraploid memiliki tinggi tanaman, diameter batang, ukuran daun, jumlah akar, panjang dan lebar stomata yang lebih tinggi dari tanaman diploidnya. Tamalia dkk. (2021) menyatakan bahwa induksi mutasi pada benih *Capsicum annum* menggunakan kolkisin konsentrasi 0,1% dengan lama perendaman 24 jam mampu meningkatkan proses pembelahan sel pada tahap metafase dan memiliki keadaan sel yang bulat, memanjang dan besar.

Perbedaan konsentrasi kolkisin pada setiap tanaman membuktikan bahwa pemberian kolkisin harus berada pada taraf yang tepat. Penggunaan kolkisin diharapkan dapat menginduksi poliploidi tanaman porang sehingga ukuran selnya bertambah dan morfologinya lebih tinggi dari tanaman diploidnya. Tujuan utama penelitian ini adalah untuk meningkatkan potensi genetik dengan menggunakan perlakuan kolkisin pada berbagai konsentrasi untuk menginduksi poliploidi tanaman porang secara *in vitro.*

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap induksi poliploidi tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) secara *in vitro*?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap pertumbuhan tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) secara *in vitro*?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap induksi poliploidi tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) secara *in vitro.*
2. Mengetahui pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap pertumbuhan tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) secara *in vitro.*

## 1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dari penelitian ini adalah:

1. Ada pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap induksi poliploidi tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) secara *in vitro*
2. Ada pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap pertumbuhan tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) secara *in vitro.*

## 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Memberikan informasi kepada masyarakat terutama pada petani porang tentang manfaat dan cara induksi poliploidi dalam upaya peningkatan produktivitas tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)
2. Menghasilkan bibit porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) yang unggul dengan jumlah haplotype lebih dari 3.

## 1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah penelitian ini adalah:

1. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tunas dari biji porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).
2. Benih yang digunakan sebanyak 72 tunas porang.
3. Senyawa yang digunakan dalam induksi poliploidi tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) adalah serbuk kolkisin.
4. Konsentrasi larutan kolkisin yang digunakan adalah 0%, 0,05%, 0,1%, 0,15%,0,2% dan 0,25%.
5. Perendaman tunas dalam larutan kolkisin dilakukan selama 24 jam.
6. Media yang digunakan adalah media *Murashie and Skoog* (MS) yang ditambahkan hormon *Benzyl Adeninpurin* (BA2).
7. Analisis poliploidi tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dilakukan pada saat sel mengalami proses pembelahan pada fase metafase.
8. Pengamatan pertumbuhan tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) meliputi jumlah akar, jumlah tunas, tinggi tunas, jumlah daun, panjang daun dan lebar daun.

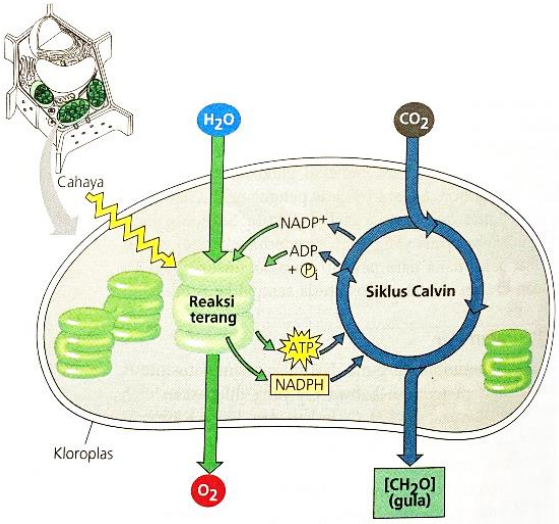
# BAB II
# TINJAUAN PUSTAKA

## 2.1 Tanaman Porang dalam Perspektif Islam

Secara spesifik, tumbuhan merupakan makhluk hidup yang memiliki sifat *fotoautotrof*. Hal ini dikarenakan tumbuhan menggunakan cahaya sebagai sumber energi untuk menyintesis zat-zat organik dari karbondioksida (CO2) dan air (H2O). Proses ini biasa disebut dengan fotosintesis. Menurut Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an dkk. (2011), proses fotosintesis berujung pada proses biologis kompleks yang menghasilkan bahan dasar bagi terbentuknya dinding sel, asam amino, protein, lemak, hormon, pigmen, dan lain-lain. Unsur-unsur tersebut merupakan bagian terpenting dari tumbuhan yang digunakan manusia dan hewan sebagai sumber energi (makanan).

Fotosintesis dapat terjadi melalui 2 tahap yaitu, reaksi terang (*light reaction*) dan siklus calvin (*calvin cycle*). Reaksi terang merupakan tahap fotosintesis yang mengubah energi cahaya menjadi energi kimia. Air (H2O) yang masuk pada kloroplas dipecah menjadi ion hydrogen (H+) dan oksigen (O2). Oksigen (O2) dilepas dan menjadi produk sampingan bagi tumbuhan sedangkan H+ ditransfer oleh cahaya ke NADP+ sehingga menghasilkan produk NADPH. Reaksi terang juga menghasilkan ATP dari penambahan gugus fosfat ke ADP, proses ini biasa disebut dengan fotofosforilasi (*photophosphorylation*). Reaksi terang terjadi pada bagian membran tilakoid sedangkan siklus calvin terjadi dalam stroma. Siklus calvin menggunakan penggabungan karbondioksida (CO2) dari udara kedalam molekul organik dalam kloroplas. Penggabungan ini disebut dengan fiksasi karbon (*carbon fixation*). Karbon direduksi oleh NADPH dan ATP melalui

penambahan elektron sehingga menghasilkan karbohidrat berupa gula (CH2O) (Gambar 2.1) (Campbel & Reece, 2010).




**Gambar 2.1. Tahap fotosintesis** (Campbel & Reece, 2010)

Proses fotosintesis termasuk ilmu sains penerapan dari ilmu islam. Hal ini jelas terbukti bahwa proses fotosintesis sudah termaktub dalam Al-Qur’an sebelum adanya ilmu sains. Allah Subhanahu Wa Ta'ala berfirman di dalam Al-Qur’an:

وَهُوَ الَّذِيْٓ اَنْزَلَ مِنَ السَّمَاۤءِ مَاۤءً ۚ فَاَخْرَجْنَا بِهٖ نَبَاتَ كُلِّ شَيْءٍ فَاَخْرَجْنَا مِنْهُ خَضِرًا نُّخْرِجُ مِنْهُ حَبًّا مُّتَرَاكِبًاۚ وَمِنَ النَّخْلِ مِنْ طَلْعِهَا قِنْوَانٌ دَانِيَةٌ وَّجَنّٰتٍ مِّنْ اَعْنَابٍ وَّالزَّيْتُوْنَ وَالرُّمَّانَ مُشْتَبِهًا وَّغَيْرَ مُتَشَابِهٍۗ اُنْظُرُوْٓا اِلٰى ثَمَرِهٖٓ اِذَآ اَثْمَرَ وَيَنْعِهٖۗ اِنَّ فِيْ ذٰلِكُمْ لَاٰيٰتٍ لِّقَوْمٍ يُّؤْمِنُوْنَ

*Artinya: “Dialah yang menurunkan air dari langit lalu dengannya Kami menumbuhkan segala macam tumbuhan. Maka, darinya Kami mengeluarkan tanaman yang menghijau. Darinya Kami mengeluarkan butir yang bertumpuk (banyak). Dari mayang kurma (mengurai) tangkai-tangkai yang menjuntai. (Kami menumbuhkan) kebun-kebun anggur. (Kami menumbuhkan pula) zaitun dan delima yang serupa dan yang tidak serupa. Perhatikanlah buahnya pada waktu berbuah dan menjadi masak. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang beriman.”* (Q.S Al-An’am [6]: 99)

Menurut tafsir Al-Mishbah, ayat tentang tumbuh-tumbuhan ini menerangkan proses penciptaan buah yang tumbuh dan berkembang melalui

beberapa fase, hingga sampai pada fase kematangan. Daun diibaratkan sebagai produsen yang dapat memproses senyawa organik dan mendistribusikannya ke bagian lain dari pohon, seperti biji dan buah. Selanjutnya, ayat ini menerangkan bahwa air hujan adalah sumber air bersih satu-satunya bagi tanah sedangkan matahari adalah segala sumber kehidupan. Tumbuhan merupakan makhluk yang dapat menyimpan energi matahari melalui klorofil dan menyebarkannya ke manusia dan hewan dalam bentuk makanan (Shihab, 2002).

Tanaman porang juga memiliki daun berwarna hijau yang artinya daun ini memiliki banyak klorofil. Klorofil digunakan dalam penyerapan energi cahaya matahari dalam proses fotosintesis. Namun, cahaya matahari yang masuk secara berlebihan akan mempengaruhi pertumbuhan tanaman porang, semakin banyak cahaya yang masuk maka tanaman porang akan semakin terhambat pertumbuhannya. Pertumbuhan porang juga dipengaruhi oleh kadar air, dimana fase penanaman porang dimulai saat awal musim hujan. Hal tersebut merupakan kuasa Allah Subhanahu Wa Ta'ala dalam penciptaannya sedemikian detail tanpa kurang satu pun (Al-Qadir) dan Allah juga sudah mengatur rezeki pada setiap makhluk yang diciptakan-Nya (Al-Adlu). Sebagaimana firman Allah Subhanahu wa ta'ala:

قُلْ مَنْ يَّرْزُقُكُمْ مِّنَ السَّمَآءِ وَالْاَرْضِ اَمَّنْ يَّمْلِكُ السَّمْعَ وَالْاَبْصَارَ وَمَنْ يُّخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَيُخْرِجُ الْمَيِّتَ مِنَ الْحَيِّ وَمَنْ يُّدَبِّرُ الْاَمْرَۗ فَسَيَقُوْلُوْنَ اللّٰهُ ۚفَقُلْ اَفَلَا تَتَّقُوْنَ

*Artinya: "Katakanlah (Muhammad), "Siapakah yang menganugerahkan rezeki kepadamu dari langit dan bumi, siapakah yang kuasa (menciptakan) pendengaran dan penglihatan, siapakah yang mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup, serta siapakah yang mengatur segala urusan?" Maka, mereka akan menjawab, "Allah." Maka, katakanlah, "Apakah kamu tidak takut (akan azab Allah)?"* (Q.S Yunus [10]: 31).

Menurut tafsir Ath-Thabari, Allah Subhanahu Wa Ta'ala telah berfirman kepada Nabi Muhammad Shalallaahu Alaihi Wassalaam, bahwa Allah telah memberi rezeki dari langit berupa awan, hujan, matahari serta menjadikan malam yang gelap dan siang yang terang. Dari bumi (keluar) makanan pokok dan buah-buahan yang bergizi yang Allah tumbuhkan untuk manusia (Abu Ja'far, 2007). Umbi porang merupakan salah satu tanaman yang dapat membantu perekonomian masyarakat dalam memenuhi kebutuhan hidupnya. Hal tersebut dikarenakan umbi porang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pangan, bahan baku industri film dan parabotan, serta sebagai bahan pembuatan kosmetik. Ketika kita sebagai manusia percaya dan berprasangka baik pada takdir yang Allah berikan maka sudah pasti Allah Subhanahu Wa Ta'ala memberikan rezeki dari hal yang tidak disangka-sangka. Abu Hurairah radhiyallahu 'anhu, ia berkata bahwa Nabi Shalallaahu Alaihi Wassalaam bersabda:

يَقُولُ اللَّهُ تَعَالَى أَنَا عِنْدَ ظَنِّ عَبْدِى بِى ، وَأَنَا مَعَهُ إِذَا ذَكَرَنِى ، فَإِنْ ذَكَرَنِى فِى نَفْسِهِ ذَكَرْتُهُ فِى نَفْسِى ، وَإِنْ ذَكَرَنِى فِى مَلأٍ ذَكَرْتُهُ فِى مَلأٍ خَيْرٍ مِنْهُمْ ، وَإِنْ تَقَرَّبَ إِلَىَّ بِشِبْرٍ تَقَرَّبْتُ إِلَيْهِ ذِرَاعًا ، وَإِنْ تَقَرَّبَ إِلَىَّ ذِرَاعًا تَقَرَّبْتُ إِلَيْهِ بَاعًا ، وَإِنْ أَتَانِى يَمْشِى أَتَيْتُهُ هَرْوَلَةً

Artinya: "Allah Ta'ala berfirman: Aku sesuai persangkaan hamba-Ku. Aku bersamanya ketika ia mengingat-Ku. Jika ia mengingat-Ku saat sendirian, Aku akan mengingatnya dalam diri-Ku. Jika ia mengingat-Ku di suatu kumpulan, Aku akan mengingatnya di kumpulan yang lebih baik daripada pada itu (kumpulan malaikat). Jika ia mendekat kepada-Ku sejengkal, Aku mendekat kepadanya sehasta. Jika ia mendekat kepada-Ku sehasta, Aku mendekat kepadanya sedepa. Jika ia datang kepada-Ku dengan berjalan (biasa), maka Aku mendatanginya dengan berjalan cepat." (HR. Bukhari no. 6970 dan Muslim no. 2675).

Tumbuhan selain digunakan untuk bahan baku pangan, sandang dan papan juga dapat digunakan untuk menyembuhkan penyakit, Nabi Muhammad Shalallaahu Alaihi Wassalaam pernah bersabda pada Hadist Riwayat Muslim:

لِكُلِّ دَاءٍ دَوَاءٌ، فَإِذَا أُصِيْبَ دَوَاءُ الدَّاءِ بَرَأَ بِإِذْنِ الله

Artinya: "Semua penyakit ada obatnya. Apabila sesuai antara obat dan penyakitnya, maka (penyakit) akan sembuh dengan izin Allah S." (HR Muslim).

Hadist di atas menjelaskan bahwa semua penyakit memiliki obat yang berbeda, berbagai jenis obat seringkali diambil dari tumbuh-tumbuhan, salah satu tumbuhan yang juga dapat digunakan sebagai obat adalah tanaman umbi porang. Menurut Rahman dkk. (2017), umbi porang (*Amorphophallus muelleri*) telah dimanfaatkan sebagai obat alami yang berkhasiat sebagai obat bisul, obat luka iris dan luka karena gigitan hewan berbisa.

Allah Subhanahu Wa Ta'ala berfirman dalam surat Al-An’am ayat 95:

إِنَّ ٱللَّهَ فَالِقُ ٱلْحَبِّ وَٱلنَّوَىٰ ۖ يُخْرِجُ ٱلْحَىَّ مِنَ ٱلْمَيِّتِ وَمُخْرِجُ ٱلْمَيِّتِ مِنَ ٱلْحَيِّ ۚ ذَٰلِكُمُ ٱللَّهُ ۖ فَأَنَّىٰ تُؤْفَكُونَ

Artinya: *“Sungguh, Allah yang menumbuhkan butir (padi-padian) dan biji (kurma). Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup. Itulah (kekuasaan) Allah, maka mengapa kamu masih berpaling?”* (Al-An‘am [6]: 95)

Ayat di atas menjelaskan bahwa sangat mudah bagi Allah untuk menghidupkan dan mematikan makhluk yang diciptakan-Nya termasuk tumbuhan. Secara *in vitro,* tunas merupakan bagian tumbuhan yang baru tumbuh dari kecambah atau kuncup yang berada di atas permukaan media kultur. Menurut Manzila (2010), tunas terminal yang hidup adalah tunas terminal yang memiliki warna putih kehijauan.

## 2.2 Botani Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

### 2.2.1 Morfologi dan Klasifikasi

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) merupakan tanaman yang termasuk dalam genus Amorphophallus dan famili Araceae. Tanaman ini tersebar dari Afrika sampai Asia seperti Jepang dan Cina. Awal mulanya, tanaman porang ditemukan di India (Andaman), kemudian tersebar ke arah timur di Myanmar,

Thailand, dan Indonesia (Zhao *et al*., 2010). Porang di Indonesia terdistribusi dari wilayah barat seperti Sumatera hingga Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur (Nugrahaeni *et al*., 2021). Beberapa jenis Amorphophallus lain yang dapat ditemukan di Indonesia diantaranya *Amorphophallus variabilis, Amorphophallus spectabilis,* dan *Amorphophallus decissilvae* (Afifah dkk., 2014).

Porang memiliki jenis akar primer yang tumbuh dari bagian pangkal batang dan beberapa akar yang lain tumbuh di atas umbi (Saleh dkk., 2015). Akar tanaman porang berupa akar serabut berwarna putih (Gambar 2.2) (Santosa *et al*., 2016). Akar tanaman ini berguna untuk memperluas daya serap air dan zat-zat hara dari dalam tanah (Sunarti, 2018).

**Gambar 2.2. Akar porang** (Afifah dkk., 2014)

Ciri khas tanaman porang yaitu adanya umbi daun/bulbil yang terdapat diantara ruas tangkai daun (Indriyani *et al*., 2010). Kedua, ketika umbi dibelah, bagian dalam porang berwarna oranye, sedangkan umbi suweg berwarna putih (Supriati, 2016). Umbi porang dapat menimbulkan rasa gatal karena mengandung kristal kalsium oksalat (Sulistiyo dkk., 2015).

Porang terdiri dari dua macam umbi, yaitu umbi batang yang berada di dalam tanah dan umbi daun (bulbil) yang terdapat pada pangkal atau tulang-tulang daun (Gambar 2.3.) (Wu *et al*., 2011). Umbi batang berbentuk bulat simetris, berwarna kuning kusam atau kuning kecoklatan dan di bagian tengah umbi terbentuk rongga tempat melekatnya batang (Sari & Suhartati, 2015). Bobot umbi batang mencapai 50-200 gram dalam satu periode tumbuh, 250-1350 gram dalam dua periode tumbuh dan 450-3350 gram dalam tiga periode tumbuh. Bentuk umbi daun (bulbil) pada bagian titik tengah helaian daun berbentuk bulat simetris dan pada bagian percabangan tulang daun berbentuk lonjong. Bobot bulbil mencapai 1-23 gram (tergantung umur tanaman induk dan posisi letak pada daun) (Sumarwoto, 2005). Bagian umbi tanaman porang digunakan sebagai tempat penyimpanan cadangan makanan (Afifah dkk., 2014).

**Gambar 2.3. Morfologi umbi dan bulbil a.Umbi batang, b.bulbil** (Afifah dkk., 2014)

Batang porang memiliki ciri tegak, lunak, halus, berwarna hijau hitam dengan bercak putih dan memiliki getah putih (Gambar 2.4) (Sulistiyo dkk., 2015). Batang porang melekat pada umbi dan membentuk cekungan pada umbi. Batang porang merupakan batang semu karena batang yang sebenarnya adalah

pada bagian umbinya (Sumarwoto, 2005). Batang primer akan terbelah menjadi 3 batang sekunder dan terbelah lagi menjadi tangkai daun (Supriati, 2016). Batang berfungsi sebagai jalan pengangkut air dan zat-zat makanan serta mendukung bagian-bagian tumbuhan yang berada di atas tanah seperti daun, bunga dan buah (Tjitrosoepomo, 2003).

**Gambar 2.4. Batang porang** (Dokumentasi peneliti)

Tangkai daun porang memiliki panjang mencapai 125 cm dengan diameter 6 cm, tangkai daun mempunyai permukaan yang licin (Sunarti, 2018). Panjang tangkai daun antara 40-180 cm dengan daun yang lebih tua berada pada pucuk di antara tiga segmen tangkai daun (Gambar 2.5) (Ganjari, 2014). Menurut Sumarwoto (2005), pada tangkai daun akan keluar beberapa umbi daun sesuai dengan musim tumbuh. Menurut (Sulistiyo dkk., 2015), tangkai berperan dalam pembentukan percabangan untuk menentukan luas bagian fotosintesis.

**Gambar 2.5. Tangkai daun porang** (Dokumentasi peneliti)

Tanaman porang memiliki tipe daun majemuk menjari dengan bentuk daun berupa helaian daun. Bentuk anak daun elips, bertepi rata dan ujung runcing (Gambar 2.6). Jumlah helaian anak daun saat *flushing* berturut-turut yaitu 3, 4-5, 5-6 akhirnya 6 helaian anak daun bercabang-cabang dengan 3 anak tangkai daun. Helai anak daun yang bercabang-cabang biasanya berjumlah 3-6 helai dengan ukuran 60-200 cm dengan tulang-tulang daun yang kecil terlihat jelas pada permukaan bawah daun. Tekstur permukaan daunnya halus (Sumarwoto, 2005).

Warna tepi daun ungu muda (daun muda), hijau (daun umur sedang) dan kuning (daun tua), lebar garis tepi daun sekitar 0,3-0,5 mm. Warna daun hijau muda sampai hijau tua dengan garis tengah kanopi daun sekitar 25-50 cm pada satu periode tumbuh, 40-75 cm pada dua periode tumbuh dan 50-150 cm pada tiga periode tumbuh. Perbedaan warna daun diduga karena kadar kloroplas yang berbeda-beda diantara daun tanaman-tanaman porang. Lebar tajuk porang memiliki keragaman yaitu sekitar 62 – 95 cm (Sumarwoto, 2005). Menurut Tjitrosoepomo (2003), bentuk tajuk dapat mempengaruhi intersepsi cahaya oleh tanaman.

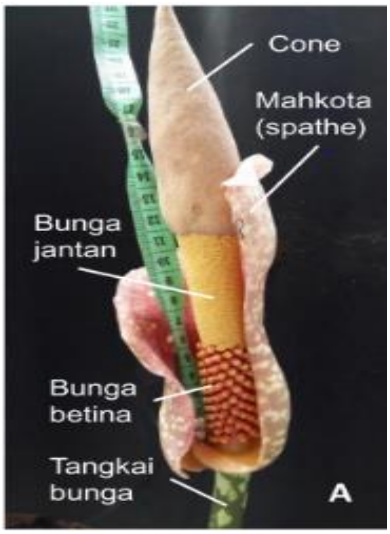
**Gambar 2.6. Daun porang** (Nugrahaeni *et al.*, 2021)

Porang memiliki bunga yang tersusun dari seludang bunga, putik dan benang sari (Saleh dkk., 2015). Seludang bunga pada tanaman porang berwarna merah pucat bercorak putih sampai kuning muda dan pada bagian tepi seludang tidak bergelombang sehingga panjang tangkai bunga sama dengan panjang tongkolnya (Gambar 2.7) (Umarudin *et al*., 2019). Bunga porang berkembang seiring dengan pertumbuhan daun maupun setelah daun tumbuh maksimal. Jika masa berbunga tiba, bunga akan muncul dari bekas keluarnya tangkai daun. Bunga porang dalam terminologi botani disebut rangkaian bunga (*inflorescence*) muncul secara soliter, yakni tidak diikuti atau diawali fengan pertumbuhan daun (Jansen *et al*. 1996). Bunga porang termasuk *unisexual* yakni bunga jantan dan betina terletak pada bagian terpisah. Bunga betina terletak di bagian bawah dan bunga jantan terletak di bagian atas (Gambar 2.8) (Santosa *et al*., 2016).

Tongkol bunga porang memiliki banyak bunga betina yang dilindungi oleh mahkota (*spathe*). Bagian ujung tongkol porang terdapat *cone* (*appendix*) yang merupakan bagian steril (Santosa *et al.*, 2016). Tongkol bunga porang berbentuk silindris, padat, halus, hingga kasar serta tidak mempunyai perhiasan bunga.

Bunga betina mempunyai 1 - 4 bakal sel biji, sedangkan bunga jantan memiliki 1 - 6 benang sari dengan kepala sari sedikit bertangkai dan terdapat 2 sel pada setiap kepala sari (Sumarwoto, 2005).

**Gambar 2.7. a. Bunga kuncup, b. bunga masak** (Dokumentasi peneliti)



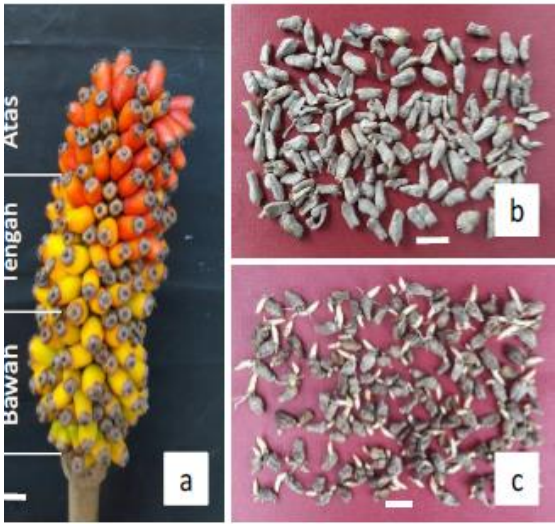

**Gambar 2.8. Letak bunga jantan dan betina** (Santosa *et al.*, 2016)

Buah porang termasuk buah majemuk dan berdaging. Buah porang memiliki tiga fase warna yaitu saat muda buah berwana hijau, hendak tua berwarna kuning kehijauan dan saat tua berwarna orange hingga merah (Gambar 2.9) (Sumarwoto,

2005). Buah porang berbentuk lonjong dan satu buah porang terdiri dari 100 sampai 450 biji (Ambarwati *et al*., 2000).

Tanaman porang memiliki biji yang tersusun membentuk tongkol dengan panjang 8-22 cm, lebar 2,5-8 cm, dan diameter 1-3 cm (Ganjari, 2014). Setiap buah terdapat 2-4 lembaga (biji atau ovule), bersifat apomiksis dan umur buah sampai masak 8-9 bulan dari mulai pembungaan (keluar bunga) (Sumarwoto, 2005). Waktu untuk menghasilkan biji tanaman porang diperlukan waktu sekitar 2-3 tahun (Supriati, 2016). Biji porang berbentuk bulat (Ambarwati *et al*., 2000).

Azrianingsih (2013) menyatakan bahwa perbanyakan benih porang dapat dilakukan secara cepat dengan memanfaatkan biji, karena biji porang memiliki sifat poliembrio. Menurut Andrini *et al.* (2013), penyebab terjadinya poliembrioni yaitu karena adanya pemecahan zigot, perkembangan satu atau lebih sel sinergid, adanya lebih dari satu kantung embrio per nukleus, dan variasi bentuk opogami dan adventif embrio.




**Gambar 2.9. a.Buah satu tongkol, b.biji masak, c.biji bertunas** (Sari *et al*., 2019)

Menurut *Global Biodiversity Information Facility* (GBIF) (2020), berdasarkan sifat dan karakter morfologinya, tanaman porang di klasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom: Plantae

Subkingdom: Tracheobionta

Superdivisi: Spermatophyta

Divisi: Magnoliophyta

Kelas: Liliopsida

Subkelas: Arecidae

Ordo: Arales

Famili: Araceae

Genus: Amorphophallus

Spesies: *Amorphophallus muelleri* Blume

### 2.2.2 Kandungan dan Manfaat Porang

Tanaman porang memiliki umbi dengan rata-rata diameter mencapai 28cm dan rata-rata berat mencapai 3kg (Saleh dkk., 2015). Umbi porang mempunyai getah berwarna keruh yang dapat menyebabkan gatal jika tersentuh oleh kulit (Rofik *et al*., 2017). Keadaan tersebut dikarenakan porang memiliki kandungan kalsium oksalat yang tinggi. Kalsium oksalat merupakan salah satu bahan ergastik di dalam sel bersifat padat dan tidak larut karena berikatan kovalen sehingga mengendap berbentuk kristal di dalam jaringan tumbuhan. Kristal ini terbentuk sebagai hasil akhir metabolisme di dalam jaringan tumbuhan (Hasin & Zain, 2019). Manfaat keberadaan kalsium oksalat adalah pengikat racun oksalat, meregulasi kalsium, dan sebagai pertahanan diri terhadap herbivora. Selain itu,

porang (A. *muelleri*.) juga memiliki kandungan glukomanan yang tinggi (Ardhian & Indriyani, 2013).

Glukomannan yang terdapat dalam umbi A. *muelleri* memiliki jumlah cukup besar. Pada saat memasuki proses perkecambahan dan pertunasan, glukomannan didegradasi menjadi glukosa dan mannosa sebagai energi dalam proses kedua proses tersebut. Glukomannan juga terlibat dalam proses-proses esensial bagi tumbuhan *A. muelleri* serta berperan dalam siklus utama sistem metabolisme sehingga senyawa glukomannan merupakan metabolit primer (Sumarwoto, 2007). Menurut Puspitorini *et al.* (2019), glukomannan merupakan polisakarida yang terdiri atas satuan-satuan D-glukosa dan D-mannosa, dalam satu molekul glukomannan terdapat D-mannosa sebanyak 67% dan D-glukosa 33%. Sumber glukomanan yang tinggi terdapat pada umbi porang (iles-iles) dengan kandungan glukomanan kisaran antara 5% - 65%.

Umbi porang mengandung serat yang tinggi tanpa kolesterol, dan 20-65% glukomanan digunakan sebagai makanan sehat untuk diet. Pengolahan umbi porang menghasilkan mie, tahu, rengginang dan beberapa makanan lainnya (Nugrahaeni et al., 2021). Disamping itu, umbi porang menghasilkan glukomanan yang dapat digunakan sebagai bahan kedap air jika dicampur dengan natrium hidroksida, umbi porang juga dapat dimanfaatkan untuk menjernihkan air dan koloid terapung dalam industri gula dan minyak serta dalam industri farmasi glukomanan pada umbi porang dimanfaatkan untuk perekat tablet dan pelapis kapsul (Indriyani *et al*., 2010).

Banyaknya manfaat dari umbi porang menjadikan budidaya porang memiliki nilai ekspor sangat tinggi terutama ke negara Jepang yang dapat

mencapai lebih dari 1000 ton/tahun. Selain itu, hasil produk umbi porang juga diekspor ke Taiwan, Korea, dan beberapa negara di Eropa. Namun, potensi porang dalam bentuk umbi di Jawa Timur baru sekitar 2000 ton umbi basah dengan luasan 7000 Ha, dan produksi chip masih sekitar 600 kg-1.000 ton chip, sedangkan kebutuhan industri sedemikian besar. Oleh sebab itu, perluasan tanaman porang sangat diperlukan untuk memenuhi kebutuhan industri sekitar 3.400 ton chip, sehingga diperlukan inovasi untuk meningkatkan jumlah bibit porang (Turhadi & Indriyani, 2015).

Peningkatan jumlah bibit porang dapat dilakukan melalui umbi, bulbil dan biji. Namun ketiganya membutuhkan waktu cukup lama dan hasil yang tidak banyak. Oleh karena itu, perbanyakan jumlah bibit dapat dilakukan dengan teknik kultut jaringan (*in vitro)* sehingga dapat memperoleh jumlah bibit yang banyak, seragam, dan tidak bergantung pada musim.

## 2.2 Kultur Jaringan Tumbuhan *(In Vitro)*

### 2.2.1 Pengertian Kultur Jaringan Tumbuhan

Kultur jaringan tumbuhan merupakan metode mengisolasi bagian dari tanaman, seperti protoplasma, sel, sekelompok sel, jaringan dan organ, dengan menumbuhkannya dalam kondisi aseptik sehingga bagian-bagian tersebut dapat memperbanyak diri dan beregenerasi menjadi tanaman lengkap. Kultur jaringan dianggap sebagai teknik yang tepat dalam solusi keterbatasan bibit (Soedarjo dkk, 2012). Hal ini dikarenakan, teknik perbanyakan tanaman ini dapat dilakukan sepanjang waktu tanpa tergantung musim. Selain itu, perbanyakan tanaman secara *in vitro* mampu mengatasi kebutuhan bibit dalam jumlah besar, serentak, dan

bebas penyakit sehingga bibit yang dihasilkan lebih sehat dan seragam. Oleh sebab itu, kultur jaringan menjadi cara alternatif yang dapat digunakan sebagai penyedia bibit tanaman dalam skala besar dan dalam waktu relatif singkat (Hambali dkk, 2006). Jenis tanaman yang diperbanyak dengan teknik kultur jaringan ditujukan terutama bagi tanaman yang menghadapi masalah seperti daya perkecambahan bijinya rendah, tanaman hibrida yang tetua jantannya tidak steril, tanaman langka, dan tanaman yang selalu diperbanyak dengan cara vegetatif (Widyastuti, 2002).

### 2.2.2 Tahapan kultur Jaringan

Tahapan kultur jaringan menurut Sumardi (2006), yaitu:

1. Pembuatan media kultur

   Jenis media tanaman dipilih sesuai tujuan penelitian dan komposisinya bergantung pada jenis tumbuhan yang dipilih.

2. Inisiasi

   Tahap pengambilan eksplan atau bagian tumbuhan yang digunakan, umumnya menggunakan tunas.

3. Sterilisasi

   Eksplan disterilisasi dengan menggunakan bahan kimia yang dapat membunuh mikroba penganggu eksplan.

4. Multipikasi

   Tahap pelipatgandaan tanaman yang dipilih dengan menanam eksplan di media kultur yang sudah disediakan.

5. Pengakaran

Tahap pertumbuhan akar pada eksplan yang kemudian berkembang menjadi planlet/ tumbuhan kecil.

6. Aklimatisasi

Tahap ini eksplan dipindahkan ke pot-pot kecil yang tidak terkena sinar matahari langsung, bila tumbuhan sudah tumbuh kuat kemudian dipindahkan lagi ke lahan pertanian yang terkena sinar matahari langsung.

### 2.3.3 Faktor-Faktor yang mempengaruhi keberhasilan kultur jaringan

Menurut Santoso dan Nursandi (2004), ada beberapa faktor yang dapat mempengaruhi keberhasilan kultur jaringan yaitu genotip, eksplan, media, oksigen, cahaya, temperatur, pH dan lingkungan yang aseptik.

1. Genotip

Beberapa jenis tumbuhan memiliki embrio yang mudah tumbuh akan tetapi pada beberapa jenis tumbuhan lain sukar untuk tumbuh. Hal ini disebabkan oleh perbedaan kultivar dari jaringan yang sama (Santoso dan Nursandi, 2004).

2. Eksplan

Eksplan dapat berasal dari meristem, tunas, batang, anter, daun, embrio, hipokotil, biji, rhizome, akar dan bagian bunga (Yusnita, 2003). Ukuran eksplan yang digunakan bervariasi dari ukuran ± 0,1 mm sampai 5 cm. Jenis eksplan akan mempengaruhi morfogenesis suatu kultur in vitro (Wattimena et al,.1992). Ukuran eksplan sangat menentukan keberhasilan eliminasi virus melalui kultur meristem, karena hanya bagian paling ujung dari meristem yang benar-benar bebas dari virus, sekalipun pada tanaman induk yang sakit. Semakin kecil ukuran eksplan yang dikulturkan, akan semakin efektif pula prosedur eliminasi virus (Zulkarnain, 2014).

Kultur jaringan akan lebih besar persentase keberhasilannya bila menggunakan jaringan meristem. Jaringan meristem adalah jaringan muda, yaitu jaringan yang terdiri dari sel-sel yang selalu membelah, dindingnya tipis belum mempunyai penebalan dari zat pektin, plasmanya penuh dan vakuolanya kecil-kecil (Hendaryono dan Wijayanti, 1994). Salah satu bagian jaringan meristem pada tanaman terdapat pada bagian tunas. Eksplan berupa tunas pucuk merupakan eksplan yang paling tinggi persentasenya menghasilkan planlet, terutama jika ditumbuhkan pada media tanpa auksin (Irawati, 2000). Tunas yang akan dijadikan eksplan harus berasal dari pohon induk yang fisiknya sehat. Selain itu eksplan harus melalui tahap sterilisasi terlebih dahulu (Dinyunita, 1999).

3. Media

Media kultur jaringan adalah media tanam yang terdiri dari berbagai komposisi dan macam unsur hara. Menurut Ryugo (1988), media tanam pada kultur jaringan berisi kombinasi dari asam amino essensial, garam-garam anorganik, vitamin-vitamin, larutan buffer, dan sumber energi (glukosa). Media kultur yang baik tidak hanya mendukung kehidupan jaringan tapi aktif merangsang pertumbuhan dan proliferasi sel secara *in vitro* sehingga tidak hanya dapat menunjang eksplan tetapi juga meningkatkan pertumbuhannya secara optimal (Semiarti *et al*., 2010). Jenis media dan kandungan unsur hara yang digunakan sangat berpengaruh terhadap kecepatan pertumbuhan tanaman (Niedz & Evans, 2007).

Kombinasi media dasar dan zat pengatur tumbuh yang tepat akan meningkatkan aktivitas pembelahan sel dalam proses morfogenesis dan organogenesis. Zat pengatur tumbuh BA (*benzyl adenin*) paling banyak digunakan

untuk memacu penggandaan tunas karena mempunyai aktivitas yang kuat dibandingkan dengan kinetin (Zaer dan Mapes, l982). BA mempunyai struktur dasar yang sama dengan kinetin tetapi lebih efektif karena BA mempunyai gugus benzil (George dan Sherington, l984). Flick et al. (1993) menyatakan bahwa pada umumnya tanaman memiliki respon yang lebih baik terhadap BA dibandingkan terhadap kinetin dan 2-iP sehingga BA lebih efektif untuk produksi tunas *in vitro*.

4. Oksigen

Suplai oksigen yang cukup sangat menentukan laju multiplikasi tunas dalam usaha perbanyakan secara *in vitro* (Santoso dan Nursandi, 2004). Apabila sel kekurangan oksigen, proses tarnspor aktif pada sel akan terputus sehingga energi tidak dapat dihasilkan (Astriana et al., 2019).

5. Cahaya

Cahaya dalam kultur jaringan berguna untuk mengatur proses morfogenik tertentu seperti pembentukan pucuk dan akar serta tidak untuk fotosintesis karena sumber energi bagi eksplan telah disediakan oleh sukrosa. Cahaya juga penting dalam pengendalian dan perkembangan eksplan dan unsur-unsur cahaya yang perlu diperhatikan adalah kualitas cahaya, panjang penyinaran dan intensitas cahaya (Alitalia, 2008).

6. Temperatur

Temperatur ruang kultur juga menentukan respon fisiologi kultur dan kecepatan pertumbuhan (Alitalia, 2008). Temperatur optimum yang di butuhkan umumnya tergantung dari jenis tumbuhan yang digunakan. Secara normal temperatur yang digunakan adalah antara 22 - 28$^{o}$C (Santoso dan Nursandi, 2004).

7. pH

Tingkat keasaman media harus diatur supaya tidak mengganggu fungsi membran sel dan pH sitoplasma (Alitalia, 2008). Sel tanaman yang dikembangkan dengan teknik kultur jaringan mempunyai toleransi pH yang relatif sempit, yaitu 5-6. Bila eksplan mulai tumbuh, pH dalam kultur umumnya akan naik apabila nutrien habis terpakai (Santoso dan Nursandi, 2004).

8. Lingkungan yang aseptik

Kondisi lingkungan sangat menentukan terhadap keberhasilan pembiakan tanaman dengan kultur jaringan (Santoso dan Nursandi, 2004). Meskipun dengan teknik kultur jaringan mempunyai kelebihan namun kultur jaringan pun memiliki kelemahan, seperti membutuhkan biaya awal yang relatif tinggi untuk laboratorium dan bahan kimia dan dibutuhkan keahlian khusus untuk melaksanakannya (Yusnita, 2003). Menurut Mattjik (2005) kendala dalam kultur *in vitro* adalah dalam bahan tanam (eksplan). Hal ini disebabkan masih adanya cendawan dan bakteri yang masih ada pada jaringan tanaman.

## 2.3 Pemuliaan Tanaman

Pemuliaan tanaman adalah kegiatan mengubah susunan genetik tanaman yang bertujuan untuk mendapatkan tanaman dengan sifat yang lebih baik. Pemuliaan tanaman terdiri dari pemuliaan tanaman konvensional dan non-konvensional (Pradana & Hartatik, 2019). Pemuliaan tanaman non-konvensional dibagi menjadi 2 yaitu mutasi dan rekayasa genetika. Salah satu program pemuliaan tanaman yang dapat digunakan untuk mendapatkan kultivar atau varietas unggul adalah dengan teknik pemuliaan mutasi (Mahyuni *et al*., 2015).

Mutasi adalah perubahan materi genetik pada makhluk hidup secara tiba-tiba dan bersifat acak. Akibat perubahan materi genetik tersebut menyebabkan efek samping diantaranya karakter morfologi tanaman menjadi abnormal (Rahayu *et al*., 2015). Penggunaan teknik mutasi dalam program pemuliaan tanaman dilakukan untuk mendapatkan tanaman poliploidi (Sulistiahningsih, 2006).

Tanaman poliploid merupakan tanaman yang memiliki tiga atau lebih set kromosom dalam sel-selnya. Sifat umum dari tanaman poliploid antara lain tanaman menjadi lebih kekar, bagian tanaman lebih besar meliputi akar, batang, daun, bunga dan buah (Escandon *et al*., 2006). Menurut Kadi (2007), poliploidi dilakukan untuk mendapatkan jenis tanaman yang memiliki 2 set kromosom (2n) sehingga dapat memperbaiki kualitas suatu organisme, manipulasi poliploidi bertujuan untuk menghasilkan suatu individu baru dengan jumlah kromosom yang berbeda.

Tanaman poliploid memiliki beberapa keunggulan antara lain daun yang lebih lebar, diameter batang dan stomata yang lebih besar, dan kelenjar minyak serta senyawa bioaktif yang lebih banyak. Tanaman poliploid juga digunakan dalam pemanfaatan plasma nutfah tanaman untuk produksi metabolit sekunder yang tinggi. Secara khusus tumbuhan tetraploid memiliki volume sel yang lebih besar daripada tumbuhan diploid, oleh karena itu tumbuhan tetraploid umumnya memiliki organ atau batang yang besar pada kondisi normal (diploid) yaitu tanaman mempunyai bentuk pertumbuhan lebih cepat dan morfologi lebih besar sehingga hasil produksi tanaman juga akan semakin besar (Omezzine et al., 2012).

Poliploidi terbentuk dalam dua kelompok; pertama, autopoliploidi yaitu penggandaan ploidi melalui penggabungan genom-genom yang sama. Ploidi yang

dihasilkan dari proses ini adalah aneuploid (kromosom abnormal) yakni dalam bentuk triploid, tetraploid dan pentaploid. Kelompok kedua, alopoliploidi adalah penggandaan kromosom yang terjadi melalui penggabungan genom-genom yang berbeda. Manipulasi ini banyak dilakukan pada tanaman, dari dua jenis tanaman berbeda digabungkan, keduanya menghasilkan organisme alopoliploid dengan jumlah kromosom 2 x + 2 y (Jusup, 1988).

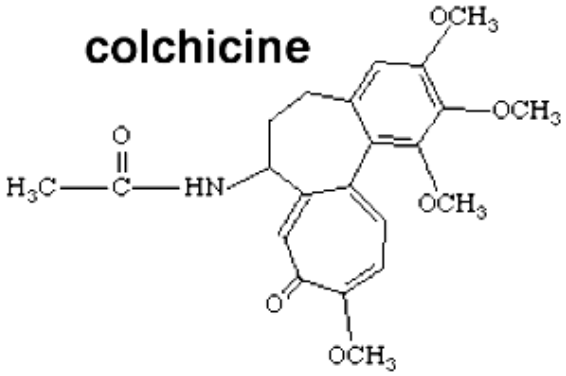
Proses terjadinya poliploid dimulai dari awal pembentukan oosit I hingga fase meiosis I yang menghasilkan oosit II dengan kandungan sitoplasma dan polar bodi II. Bila pada fase ini terjadi fertilisasi oleh spermazoa, maka oosit II menjadi totipotensi aktif. Dalam tahap penggabungan kromosom ini, pelakuan kejut harus segera dilakukan. Berbagai kejutan yang dapat dilakukan adalah pemberian suhu panas, dingin, tekanan (*hydrostatic pressure*) dan menggunakan bahan kimiawi. Bahan kimia yang biasa digunakan adalah kolkisin atau kolsemid. Tujuannya adalah untuk menghalangi peloncatan polar body II, bersama pronuklei betina dan jantan yang akan membentuk zigot poliploidi. Penggunaan zat kimia memiliki tujuan sama, yakni untuk menimbulkan kerusakan mikrotubula yang selanjutnya akan menyebabkan kerusakan selama pembentukkan gelondongan meiosis atau mitosis, dan akan menghasilkan zigot poliploid. Hal yang perlu diperhatikan dalam melakukan kejut panas adalah waktu awal kejutan, suhu kejutan dan lama kejutan. Nilai parameter tersebut berbeda pada setiap jenis tanaman (Kadi, 2007).

Poliploid dapat tumbuh subur di lingkungan ekstrem, termasuk iklim xerik, daerah subarktik dan dataran tinggi. Spesies poliploid dapat berkembang jauh lebih efektif daripada diploid karena perbedaan morfologi, fisiologis, dan perkembangan yang kuat memungkinkan tanaman lebih tahan terhadap stres yang

tinggi (Moghbel *et al.*, 2015). Induksi poliploid dimanfaatkan dalam pemuliaan tanaman, karena hasil panen menjadi lebih tinggi (Alam *et al*., 2011). Poliploidi pada tumbuhan dapat terjadi secara alami maupun buatan. Poliploidi secara buatan dapat dilakukan dengan zat kimia tertentu. Bahan kimia yang dapat digunakan sebagai pembentuk tanaman poliploidi salah satunya adalah menggunakan mutagen kolkisin (Omezzine *et al.*, 2012). Zat ini paling banyak digunakan karena mudah larut dalam air dan efektif menginduksi poliploid (Haryanti *et al*., 2009).

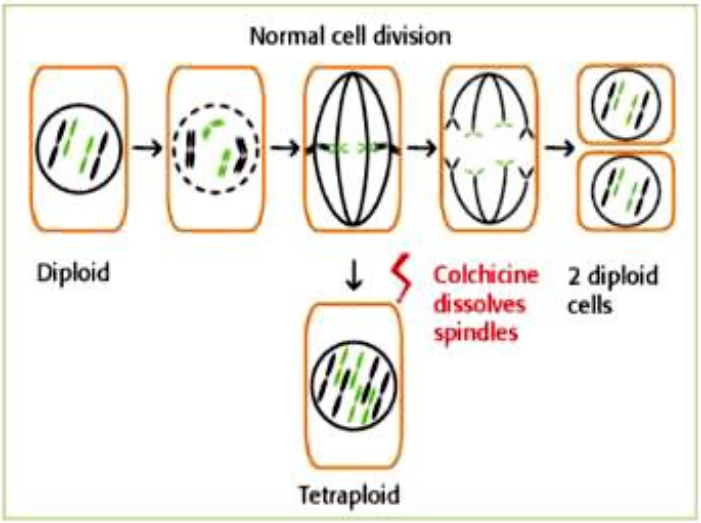
## 2.4 Mutagen Kolkisin

Kolkisin (C22H25O6N) (Gambar 2.10) merupakan alkaloid dengan ciri berwarna putih (Suminah *et al.*, 2002). Kolkisin alami berasal dari ekstrak biji *Colchicum autumnale* yang berfungsi sebagai mutagen kimia untuk menghasilkan tanaman poliploid atau tanaman yang memiliki jumlah set kromosom ganda. Kolkisin bekerja menghambat tahap metafase, mencegah polimerisasi tubulin menjadi mikrotubulin, mencegah tubulin tersebut menjadi serat benang fungsional (benang gelendong) sehingga tahap anafase untuk pemisahan kromosom tidak terjadi. Tanpa benang gelendong tersebut, dinding pemisah gagal terbentuk sehingga kromosom dan duplikatnya tetap berada di dalam sel yang sama. Akibatnya pembelahan sel tidak berlangsung, sehingga pembelahannya dimulai dengan sel diploid diakhiri dengan terbentuknya sel tetraploid (Nasir, 2002).




**Gambar 2.10. Struktur kimia kolkisin** (Ade & Rai, 2010)

Kolkisin dapat menyebabkan terjadinya mutasi pada kromosom dimana benang gelendong tidak terbentuk selama pembelahan sel, hal ini dikarenakan kolkisin di dalam nukleus berikatan dengan mikrotubulin α dan β, sehingga kromosom yang telah mengganda tidak mengalami pembelahan dan dihasilkan sel yang poliploid seperti pada (Gambar 2.11).




**Gambar 2.11. Pengaruh kolkisin terhadap pembentukan tanaman poliploid** (Messmer *et al*., 2015)

Kolkisin adalah agen antimitotik yang paling banyak digunakan untuk induksi poliploidi pada tanaman (Planchais *et al*., 2000). Keuntungan dari perlakuan kolkisin terhadap pembentukan tanaman poliploidi adalah tanaman

lebih tahan terhadap tekanan biotik maupun abiotik, munculnya peningkatan laju fotosintesis serta bertambahnya kandungan metabolit sekunder (Gantait & Mukherjee, 2021). Keberhasilan induksi tetraploid dari tanaman diploid secara *in vitro* tergantung dari beberapa faktor diantaranya, asal eksplan, jenis dan konsentrasi senyawa mutagen yang digunakan, lama perlakuan dan penetrasi dari senyawa mutagen (Allum *et al*., 2007). Menurut Nofitahesti & Daryono (2016), kolkisin sebagai zat mutagenik pembentuk poliploidi dapat bersifat sebagai racun dan berakibat terhadap rusaknya sel tanaman bahkan kematian, jika penggunaan dan pengaplikasiannya tidak dalam konsentrasi yang tepat.

Pembuatan sediaan kromosom untuk mempelajari kromosom dapat dilakukan dengan menggunakan beberapa metode. Salah satu metode yang umum digunakan adalah metode pencet atau *squash*. Metode squash adalah metode yang digunakan untuk mendapatkan suatu sediaan dengan cara memencet suatu potongan jaringan sehingga kromosom dapat menyebar dan dapat diamati di bawah mikroskop. Tahapan dalam metode squash yaitu pemilihan sampel, perendaman bahan dengan larutan perlakuan awal, fiksasi, hidrolisis, pewarnaan dan pembuatan preparat dengan cara memencet (*squash*). Kromosom dapat terlihat ketika sedang mengalami mitosis atau pembelahan sel. Tahapan pembelahan sel memiliki waktu yang berbeda-beda tergantung jenis sel yang membelah (Abidin *et al*., 2014). Waktu optimum pembelahan mitosis pada beberapa tumbuhan umumnya terjadi ketika fotosintesis berada pada level tertinggi menghasilkan banyak energi yang akan digunakan untuk pembelahan sel (Willie & Aikpokpodion, 2015).

Mitosis membutuhkan energi yang besar sehingga mitosis terjadi pada saat energi dapat diserap secara optimal (Adesoye & Nnadi, 2011). Ekanem & Osuji, (2006) menyebutkan bahwa persentase metafase yang tinggi terjadi pada siang hari terkait dengan tingkat fotosintesis yang tinggi karena ketersediaan cahaya matahari yang maksimal sehingga dapat melakukan sintesis metabolit dan energi dalam bentuk ATP. Produksi ATP sangat penting untuk pembelahan sel karena dibutuhkan untuk mensintesis berbagai enzim dan menyediakan energi yang dibutuhkan untuk pembelahan sel (Klug & Spencer, 2006).

## 2.5 Pandangan Islam Terhadap Penelitian yang Dilakukan

Penelitian ini merupakan penelitian yang diperbolehkan dalam islam. Sebagaimana Allah Subhanahu Wa Ta'ala berfirman dalam Al-Qur’an:

لِيَأْكُلُواْ مِن ثَمَرِهِۦ وَمَا عَمِلَتْهُ أَيْدِيهِمْۖ أَفَلَا يَشْكُرُون

Artinya: “*Agar mereka dapat makan dari buahnya, dan dari hasil usaha tangan mereka. Maka mengapa mereka tidak bersyukur*?” (Q.S Yasin: 35)

Ayat di atas menganjurkan manusia untuk memanfaatkan produk tumbuhan yang telah disediakan Allah di bumi. Manusia diizinkan mengolah dan memodifikasi produk alam sesuai dengan keperluannya, termasuk mengolah tumbuhan sebagai bahan utama pembuatan mutagen kolkisin. Manusia dapat memodifikasi tumbuhan dari hasil tangan mereka. Karena produk dari alam merupakan molekul organik maka manusia diizinkan oleh Allah untuk melakukan perubahan atau modifikasi baik atas struktur kimia maupun genetisnya, dengan catatan modifikasi ini berujung pada kemashlahatan manusia dan makhluk hidup lainnya (Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an dkk., 2010). Disamping itu, Allah memperingatkan kepada manusia agar mereka tidak berlebihan dalam mengolah

produk alam seperti tumbuhan. Hal ini termaktub dalam Al-Qur’an surat al-An‘am ayat 141:

وَهُوَ ٱلَّذِىٓ أَنشَأَ جَنَّٰتٍ مَّعْرُوشَٰتٍ وَغَيْرَ مَعْرُوشَٰتٍ وَٱلنَّخْلَ وَٱلزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أُكُلُهُۥ وَٱلزَّيْتُونَ وَٱلرُّمَّانَ مُتَشَٰبِهًا وَغَيْرَ مُتَشَٰبِهٍ ۚ كُلُوا۟ مِن ثَمَرِهِۦٓ إِذَآ أَثْمَرَ وَءَاتُوا۟ حَقَّهُۥ يَوْمَ حَصَادِهِۦ ۖ وَلَا تُسْرِفُوٓا۟ ۚ إِنَّهُۥ لَا يُحِبُّ ٱلْمُسْرِفِينَ

Artinya: “*Dan Dialah yang menjadikan tanaman-tanaman yang merambat dan yang tidak merambat, pohon kurma, tanaman yang beraneka ragam rasanya, zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya) dan tidak serupa (rasanya). Makanlah buahnya apabila ia berbuah dan berikanlah haknya (zakatnya) pada waktu memetik hasilnya, tapi janganlah berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berlebihan.*”

Ayat ini menjelaskan ketidaksukaan Allah terhadap hal-hal yang sifatnya berlebihan terutama dalam mengolah tumbuhan. Manusia diberitahu dan diperingatkan agar hasil dari panen berupa sayuran, buah-buahan dan berbagai macam tanaman agar sebagiannya diberikan kepada orang lain dalam bentuk zakat dan bersyukur kepada Allah atas berkah yang diberikan oleh-Nya. Allah telah menciptakan manusia dengan akal untuk berpikir. Adanya ilmu sains merupakan bentuk agar manusia mau berpikir dan mengambil pelajaran tentang keadaan alam disekililingnya. Allah Subhanahu Wa Ta'ala berfirman dalam surat An-Nahl ayat 12:

وَسَخَّرَ لَكُمُ ٱلَّيْلَ وَٱلنَّهَارَ وَٱلشَّمْسَ وَٱلْقَمَرَ ۖ وَٱلنُّجُومُ مُسَخَّرَٰتٌۢ بِأَمْرِهِۦٓ ۗ إِنَّ فِى ذَٰلِكَ لَءَايَٰتٍ لِّقَوْمٍ يَعْقِلُونَ

Artinya: “*Dan Dia menundukkan malam dan siang, matahari dan bulan untukmu. Dan bintang-bintang itu ditundukkan (untukmu) dengan perintah-Nya. Sesungguhnya pada yang demikian itu benar-benar ada tanda-tanda (kekuasaan Allah) bagi kaum yang memahami(nya).”*

Ayat diatas menunjukkan bahwa islam memberi kuasa untuk melakukan pengembangan ilmu dan teknologi pertanian kepada umat manusia, karena ilmu dan teknologi pertanian merupakan urusan duniawi. Semua hal yang berkatian

dengannya diserahkan sepenuhnya kepada orang yang mempelajari ilmu di bidang ini dan peran agama terletak pada ranah hukum, misalnya halal-haram, besaran zakat, kejujuran dan hal-hal sejenisnya yang mendatangkan mudharat.

Menurut Waheeduddin Khan, Al-Qur'an secara mutlak tidak bertentangan dengan hukum alam (ilmu sains modern). Berdasarkan prinsipnya, *Nature is the "work of God" and the Qur'an is the "word of God"* yang memiliki arti hukum alam adalah hasil perbuatan-Nya dan Al-Qur'an adalah kalam Allah. Atas dasar tersebut mustahil jika terjadi pertentangan antara perbuatan dan perkataan-Nya. Kebenaran tersebut seharusnya menjadikan manusia agar dapat berpikir bahwa hukum alam termasuk ilmu sains modern dan merupakan salah satu bentuk manusia mengakui keberadaan Allah. Islam adalah agama tauhid yang mengajak manusia untuk beribadah hanya kepada Allah, dan menjauhkan diri dari kemusyrikan. Salah satu bentuk syirik adalah memalingkan hak rububiyah kepada selain Allah, misalnya hak menciptakan, hak mengatur alam, dan hak memberi rezeki (Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an dkk., 2010).

# BAB III
# METODE PENELITIAN

## 3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimental dengan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktorial. Faktor perlakuan terdiri atas 6 konsentrasi larutan kolkisin yaitu 0%, 0,05%, 0,1%, 0,15%, 0,2%, dan 0,25% dengan lama perendaman 24 jam. Setiap perlakuan dilakukan sebanyak 4 kali ulangan. Jumlah ulangan ditentukan berdasarkan rumus (t-1) (r-1) ≥ 15, dimana t adalah perlakuan dan r adalah ulangan (Hanafiah, 2005). Adapun perhitungan ulangan adalah sebagai berikut:

(t-1) (r-1) ≥ 15
(6-1) (r-1) ≥ 15
5r – 5 ≥ 15
5r ≥ 15+5
5r ≥ 20
r ≥ 20/5 = 4

Berdasarkan rumus tersebut, maka jumlah ulangan dilakukan sebanyak 4 kali, dengan demikian jumlah total unit penelitian adalah 6 taraf perlakuan x 4 ulangan sehingga terdapat 24 unit percobaan (Tabel 3.1). Setiap unit percobaan terdiri dari 3 eksplan, sehingga terdapat 72 eksplan.

**Tabel 3.1 Rancangan Unit Percobaan**

| Ulangan | Perlakuan | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | **K0** | **K1** | **K2** | **K3** | **K4** | **K5** |
| **1** | K2 | K3 | K1 | K5 | K4 | K0 |
| **2** | K4 | K1 | K0 | K3 | K2 | K5 |
| **3** | K3 | K0 | K2 | K4 | K5 | K1 |
| **4** | K5 | K4 | K3 | K0 | K1 | K2 |

Keterangan:
K0 = Kolkisin 0%
K1 = Kolkisin 0,05%
K2 = Kolkisin 0,1%
K3 = Kolkisin 0,15%
K4 = Kolkisin 0,2%
K5 = Kolkisin 0,25%

## 3.2 Waktu dan Tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari 2022 – Juni 2022. Kegiatan perendaman tunas pada larutan kolkisin, sterilisasi alat dan bahan, inisiasi eksplan dan pengamatan pertumbuhan tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan. Pengamatan jumlah kromosom dilakukan di Laboratorium Fisiologi Hewan, Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

## 3.3 Alat dan Bahan

### 3.3.1 Alat-alat

Peralatan yang digunakan dalam perendaman kolkisin adalah botol jar 250 ml, bulb pipet 25 ml, mikro pipet 20-2000µL, saringan teh, sendok teh aluminium, tisu, plastik anti panas petromax, karet gelang merk A&A, kertas label, alat tulis dan kamera. Pembuatan media kultur dan inisiasi biji dilakukan dengan menggunakan alat-alat seperti, timbangan analitik, gelas beaker 1000 ml, gelas ukur plastik 1000 ml, botol kultur, pH meter, hot plate, magnet stirrer, microwave, karet, plastik, autoklaf, spatula, pinset, skapel, cawan petri, *Laminar Air Flow* (LAF), handsprayer, bunsen, korek api, aluminium foil, rak inkubasi, masker dan kamera. Pengamatan pertumbuhan dan hasil tanaman dilakukan dengan menggunakan spatula, pinset, skapel, cawan petri, LAF, handsprayer, bunsen, korek api, penggaris plastik, kertas label, alat tulis, rak pendingin, masker dan kamera. Pengamatan anatomi sel dilakukan dengan menggunakan mikro pipet 20-

2000µL, kulkas, cutter, tube 1,5 ml, botol larutan, pipet tetes, objek glass, cover glass, penggaris, masker, buku catatan, mikroskop binokuler *advance* dan kamera.

### 3.3.2 Bahan-bahan

Bahan-bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah tunas porang, media MS, hormon BA2, akuades, serbuk kolkisin, ethanol, asam asetat glasial 45%, HCl 1N, dan pewarna Aceto Orcein.

## 3.4 Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan tiga macam variabel yaitu:

1. Variabel bebas.

Variabel bebas pada penelitian ini adalah konsentrasi kolkisin 0%, 0,05%, 0,1%, 0,15%, 0,2%, 0,25%.

2. Variabel terikat.

Variabel terikat pada penelitian ini adalah jumlah kromosom dan pertumbuhan tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).

3. Variabel kontrol.

Variable kontrol pada penelitian ini adalah media MS yang ditambahkan hormon BA2.

## 3.5 Prosedur Kerja

### 3.5.1 Persiapan tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).

Tunas yang digunakan merupakan tunas porang yang diambil dari Laboratorium Kultur Jaringan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

### 3.5.2 Pembuatan Media Kultur

Media yang digunakan dalam penelitian ini adalah media MS yang ditambah hormon BA2. Cara kerja pembuatan media yang pertama adalah melarutkan hormon BA2 10 mg dalam 100 ml akuades untuk larutan stok. Selanjutnya, media dibuat dengan cara menimbang MS 4,43 gram, gula 30 gram dan agar-agar 10 gram menggunakan timbangan analitik. Kemudian mengukur akuades menggunakan gelas ukur plastik sebanyak 1000 ml. Media MS, gula, ZPT BA2 20 ml dimasukkan kedalam akuades 1000 ml dan dihomogenkan pada hotplate menggunakan magnet stirrer. Setelah homogen, larutan diukur pH dan dimasukkan agar-agar kemudian dimasak dalam microwave selama ± 7 menit sampai larutan media mendidih. Selanjutnya, media dimasukkan ke setiap botol kultur ± sebanyak 12 ml lalu ditutup dengan plastik dan dirapatkan dengan karet. Tahap terakhir yaitu alat diseksi, air steril, botol kosong dan media yang telah siap dimasukkan kedalam autoclave pada suhu 121°C, setelah agak dingin dipindahkan media pada rak inkubasi.

### 3.5.3 Pembuatan Larutan Kolkisin

Larutan kolkisin dibuat dengan melarutkan bubuk kolkisin kedalam akuades (Aristya & Daryono, 2014). Larutan stok kolkisin menggunakan konsentrasi 0,1% berarti melarutkan 10 mg bubuk kolkisin dalam 100 ml akuades. Kemudian, larutan perlakuan dengan konsentrasi 0%, 0,05%, 0,1%, 0,15%, 0,2% dan 0,25% dibuat dari larutan stok dalam larutan 50 ml akuades (Tabel 3.5).

**Tabel 3.5 Larutan Konsentrasi Kolkisin**

| **Larutan stok konsentrasi 0,1 sebanyak 100 ml** | |
|---|---|
| **10 mg serbuk kolkisin dilarutkan dalam 100 ml akuades** | |
| **Konsentrasi 0%** | **Konsentrasi 0,05 %** |
| V1 X M1 = V2 X M2<br>V1 X 0,1% = 50 X 0%<br>V1 = 0 ml<br>(50 ml akuades) | V1 X M1 = V2 X M2<br>V1 X 0,1% = 50 X 0,05%<br>V1 = 25 ml<br>(25 ml larutan stok + 50 ml akuades) |
| **Konsentrasi 0,1%** | **Konsentrasi 0,15%** |
| V1 X M1 = V2 X M2<br>V1 X 0,1% = 50 X 0,10%<br>V1 = 50 ml<br>(50 ml larutan stok + 50 ml akuades) | V1 X M1 = V2 X M2<br>V1 X 0,1% = 50 X 0,15%<br>V1 = 75 ml<br>(75 ml larutan stok + 50 ml akuades) |
| **Konsentrasi 0,2%** | **Konsentrasi 0,25%** |
| V1 X M1 = V2 X M2<br>V1 X 0,1% = 50 X 0,20%<br>V1 = 100 ml<br>(100 ml larutan stok + 50 ml akuades) | V1 X M1 = V2 X M2<br>V1 X 0,1% = 50 X 0,25%<br>V1 = 125 ml<br>(125 ml larutan stok+ 50 ml akuades) |

### 3.5.4 Perlakuan Kolkisin

Tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) direndam pada larutan kolkisin konsentrasi 0%, 0,05%, 0,1%, 0,15%, 0,2% dan 0,25% masing-masing selama 24 jam di dalam *Laminar Air Flow* (LAF).

### 3.5.5 Tahap Inisiasi

Benih porang yang telah direndam larutan kolkisin di angin-anginkan kemudian dipersiapkan bahan sterilisasi berupa alkohol 70%, hgcl, larutan Clorox 20% dan 10% serta akuades sebanyak 3 botol. Penanaman dilakukan dengan cara memotong eksplan biji menjadi 3 bagian, kemudian salah satu biji dimasukkan kedalam botol kultur berisi media MS dan BA2. Setiap botol diiisi 3 eksplan.

### 3.5.6 Pengamatan Morfologi

Pengamatan morfologi dilakukan dengan mengamati jumlah akar, jumlah tunas, tinggi tunas, tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun dan lebar daun.

a. Jumlah Akar

Jumlah akar diamati dengan cara menghitung akar dalam botol kultur pada setiap tanaman yang hidup. Pengamatan jumlah akar dilakukan setelah tanaman berumur 40 HSK (hari setelah kultur).

b. Jumlah Tunas

Jumlah tunas diamati dengan cara menghitung tunas dalam botol kultur pada setiap tanaman yang hidup. Pengamatan jumlah tunas dilakukan setelah tanaman berumur 40 HSK.

c. Tinggi tunas

Tinggi tunas diamati dengan cara mengukur tinggi planlet dalam botol kultur pada setiap tanaman yang hidup. Pengamatan tinggi tunas dilakukan setelah tanaman berumur 40 HSK dengan mengukur tunas dari pangkal hingga ujung menggunakan penggaris plastik.

e. Jumlah Daun

Jumlah daun diamati dengan cara menghitung daun dalam botol kultur pada setiap tanaman yang hidup. Daun yang dihitung merupakan daun yang sudah mekar. Pengamatan jumlah daun dilakukan setelah tanaman berumur 40 HSK.

f. Panjang daun

Pengamatan panjang daun dilakukan setelah tanaman berumur 40 HSK dengan mengukur daun dari pangkal hingga ujung tanaman menggunakan penggaris plastik.

g. Lebar daun

Pengamatan lebar daun dilakukan setelah tanaman berumur 40 HSK dengan mengukur daun dari kiri ke kanan pada bagian tengah daun menggunakan penggaris plastik.

### 3.5.7 Pembuatan Preparat dan Pengamatan Jumlah Kromosom

Cara pembuatan preparat tanaman porang yaitu pertama, memotong ujung tunas tanaman porang pada pukul 08.30 – 09.30 WIB, kemudian ujung tunas porang dibersihkan dengan aquades sebanyak 3 kali. Kedua, ujung tunas di rendam sesuai dengan konsentrasi kolkisin pra-perlakuan selama 2-3 jam pada suhu ruangan. Ketiga, Fiksasi Carnoy menggunakan etanol: asam asetat glasial 45% (3:1) selama 24 jam pada suhu 4°C. Keempat, hidrolisis menggunakan HCl 1N selama 15-20 menit menggunakan waterbath. Kelima, ujung tunas diletkaan di cawan petri untuk proses pewarnaan menggunakan pewarna aceto orcein 2% selama 10 menit pada suhu ruang. Keenam, ujung tunas dipotong 2 mm dan di letakkan di atas objek glass di tutup dengan coverglass, selanjutnya ujung tunas ditekan dengan pelan disertai gesekan searah. Terakhir, preparat diamati menggunakan mikroskop binokuler dan dihitung jumlah kromosomnya.

## 3.6 Analisis Data Penelitian

Data penelitian jumlah ploidi dianalisis secara deskriptif, sedangkan jumlah akar, jumlah tunas, tinggi tunas, tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun dan lebar daun dianalisis secara kuantitatif menggunakan *analysis of varian* (ANOVA). Langkah awal dalam analisis data penelitian yaitu data di uji normalitas dengan *Shapiro-wilk* dan homogenitas dengan *Levene*, apabila data yang di uji menunjukkan angka lebih besar dari 0,05 maka data dianggap normal

dan homogen. Selanjutnya, dilakukan uji ANOVA *one way* jika hasil menunjukkan adanya pengaruh maka dilanjutkan dengan uji lanjut. Uji lanjut yang digunakan dalam penelitian ini adalah uji DMRT 5%.

# BAB IV
# HASIL DAN PEMBAHASAN

## 4.1 Pengaruh Konsentrasi Kolkisin Terhadap Induksi Poliploidi Tanaman Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Secara *In Vitro*

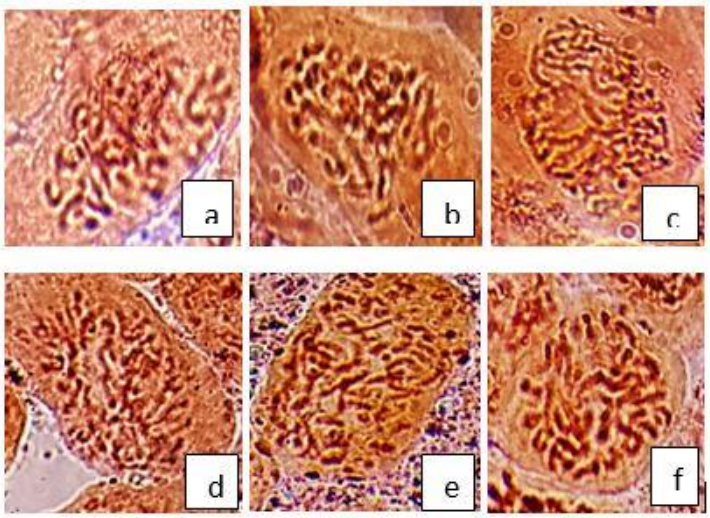
Hasil pengamatan induksi poliploidi dengan metode *squashing* menunjukkan tingkat ploidi hasil regenerasi kultur tunas porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) yang beragam (Tabel 4.1 dan Gambar 4.1). Perbedaan konsentrasi kolkisin berpengaruh terhadap terbentuknya jumlah kromosom yang didapatkan. Semakin tinggi konsentrasi kolkisin yang diberikan menunjukkan adanya peningkatan terhadap jumlah kromosom (Tabel 4.1). Peningkatan jumlah kromosom dari triploid (3n=39) menjadi heksaploid (6n=78) terjadi pada perlakuan konsentrasi kolkisin 0,1% - 0,2% (Tabel 4.1 dan Gambar 4.1 c,d dan e).

**Tabel 4.1. Jumlah kromosom porang setelah perlakuan kolkisin**

| Konsentrasi (%) | Jumlah Kromosom | Jenis Ploidi |
|---|---|---|
| **0%** | 3n = 39 | Triplod |
| **0,05%** | 3n = 39 | Triplod |
| **0,1%** | 6n = 78 | Heksaploid |
| **0,15%** | 6n = 78 | Heksaploid |
| **0,2%** | 6n = 78 | Heksaploid |
| **0,25%** | 3n = 39 | Triplod |

Pemberian konsentrasi kolkisin selama 24 jam pada penelitian ini menunjukkan hasil yang sama dengan penelitian Tamalia dkk. (2021), bahwa induksi ploidi pada benih *Capsicum annum* konsentrasi kolkisin 0,1% mampu meningkatkan proses pembelahan sel pada tahap metafase sehingga memiliki bentuk sel yang bulat, memanjang dan besar. Tanaman poliploidi juga terjadi pada penelitian Xing *et al*. (2011) pada benih *Catharanthus roseus* Don. bahwa konsentrasi kolkisin 0,2% dengan perendaman 24 jam menghasilkan sel yang

tetraploid (4n) dari keadaaan normalnya yang diploid (2n). Begitu juga pada benih semangka efektif meningkatkan proses pembelahan sel menjadi poliploidi dan menjadikan organ tanaman memiliki massa yang lebih besar (Rosmaiti & Dani, 2015). Perendaman 24 jam pada induksi poliploidi fase metafase membuktikkan bahwa lama perendaman ini efektif meningkatakan ploidi sel tanaman sehingga tepat pada waktu 24 jam, siklus sel terjadi penggandaan kromosom (Gultom, 2016).




**Gambar 4.1 Kromosom porang pada berbagai konsentrasi**. a. 0% b. 0,05% c. 0,1% d. 0,15% e. 0,2% f. 0,25%

Kolkisin dapat menyebabkan terbentuknya tanaman poliploidi karena benang gelendong tidak terbentuk saat pembelahan sel, hal ini menjadikan kolkisin di dalam nukleus berikatan dengan mikrotubulin α dan β, sehingga kromosom yang telah mengganda tidak membelah dan dihasilkan sel yang poliploid. Peningkatan ploidi sel tanaman berbanding lurus dengan aktivitas gen dalam mengatur kegiatan metabolisme, termasuk pada sintesis protein yang berakibat pada meningkatnya produksi hormon pertumbuhan tanaman (Syaifudin et al., 2013), tanaman poliploidi biasanya memiliki penampakan karakter

morfologi dan ukuran sel yang lebih besar dibandingkan dengan tanaman normal (Henuhili & Suratsih, 2003).

## 4.2 Pengaruh Konsentrasi Kolkisin Terhadap Pertumbuhan Tanaman Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Secara *In Vitro*

Perendaman tunas pada berbagai konsentrasi kolkisin mempengaruhi tingkat pertumbuhan tanaman porang khususnya jumlah akar, jumlah tunas, tinggi tunas, panjang daun dan lebar daun (Tabel 4.2). Jumlah akar, panjang daun dan lebar daun pada tanaman porang hasil induksi poliploidi menunjukkan nilai tertinggi pada konsentrasi 0,1%. Berbeda dengan jumlah akar, panjang daun dan lebar daun, jumlah tunas dan tinggi tunas tertinggi berada pada konsentrasi 0,15% (Tabel 4.2).

**Tabel 4.2 Pengaruh kolkisin terhadap pertumbuhan tanaman porang**

| Konsentrasi | Jumlah Akar | Jumlah Tunas | Tinggi Tunas | Panjang Daun | Lebar Daun |
|---|---|---|---|---|---|
| **0%** | 1,875a | 4,6625a | 1,93a | 1,2875a | 0,8125a |
| **0,05%** | 3ab | 4,745a | 3,6075ab | 3,425ab | 2,1626ab |
| **0,1%** | **5,1650b** | 7,9975ab | 6,315bc | **5,655b** | **4,03b** |
| **0,15%** | 3,9575ab | **10,9950b** | **9,6425c** | 4,9325b | 3,3b |
| **0,2%** | 2,665a | 6,83ab | 5,175ab | 3,9ab | 2,5ab |
| **0,25%** | 2a | 4,58a | 3,2925ab | 3,2125ab | 2,425ab |

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama menandakan pada kolom yang sama menunjukkan hasil tidak berbeda nyata berdasarkan uji DMRT 5%

Jumlah akar pada tanaman porang ini menunjukkan bahwa tanaman yang mengaami poliploidi memiliki akar terbanyak dibandingkan dengan tanaman diploidnya. Hal serupa terjadi pada tanaman *Dracocephalum kotschyi* Boiss (Zahedi *et al.*,, 2014) dan *Sphagneticola calendulacea* (L.) (Kundu *et al.*, 2018) bahwa jumlah akar secara signifikan lebih tinggi pada sel tetraploid dibandingkan

dengan yang diploid. Perbedaan sel diploid dan poliploid dapat disebabkan dari sel akar yang tidak dapat membelah pada waktu mitosis. Selain itu, perbedaan konsentrasi kolkisin juga dapat menyebabkan pertumbuhan akar menjadi terhambat (Fajrina *et al*., 2012) dan persentase pembentukan akar yang rendah (Raza *et al*., 2003).

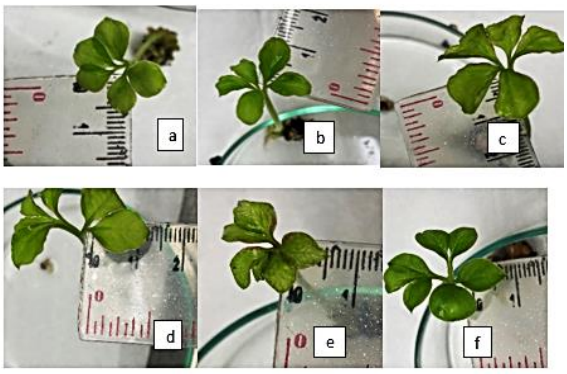
Pemberian konsentrasi kolkisin juga berpengaruh terhadap jumlah dan tinggi tunas (Gambar 4.2). Perbedaan pertumbuhan tunas pada tanaman yang memiliki tingkat ploidi lebih tinggi diakibatkan oleh reorganisasi dan restrukturisasi genom tanaman poliploid sehingga mengakibatkan berubahnya pola ekspresi gen (Soltis *et al*., 2015). Pemberian kolkisin pada konsentrasi yang tepat dapat meningkatkan pertumbuhan tanaman karena mampu bersinergi dengan hormon pertumbuhan, sehingga memacu pertumbuhan tanaman (Yulianti *et al.*, (2015). Ujung tunas lebih sesuai untuk induksi poliploidi, karena mengandung meristem apikal yang tetap berada pada fase aktif pembelahan sel dan kemungkinan besar memberikan permeabilitas yang lebih terhadap agen antimitotik (Salma *et al.*, 2017).

Korelasi antara jumlah tunas dengan tinggi tunas yaitu terpacunya pertumbuhan tunas menyebabkan jumlah tunas yang terbentuk juga semakin banyak (Yunanda *et al*., 2015) hal ini dikarenakan tunas yang berisi calon daun akan saling berebut cahaya untuk melangsungkan fotosintesis. Fotosintesis yang berjalan dengan baik, ditandai dengan pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang cepat. Adanya fotosintat yang dihasilkan akan mempengaruhi biomassa tanaman sehingga menghasilkan akar, daun, dan batang yang semakin banyak (Arifin *et al*., 2014).

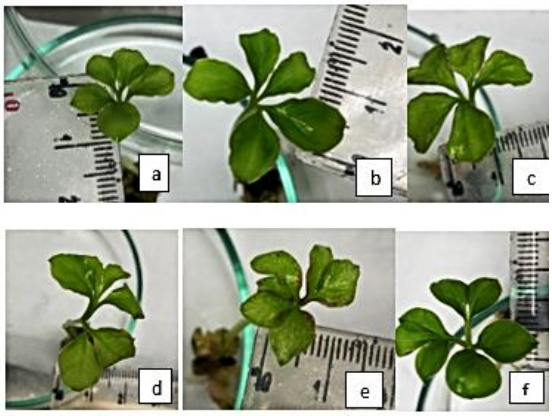
**Gambar 4.2. Tunas berdaun dan tunas belum berdaun pada berbagai konsentrasi.** a. 0% b. 0,05% c. 0,1% d. 0,15% e. 0,2% f. 0,25%

Perlakuan kolkisin juga berpengaruh terhadap panjang daun (Gambar 4.3) dan lebar daun (Gambar 4.4). Talei *et al.* (2020) menjelaskan bahwa konsentrasi kolkisin 0,1% berpengaruh nyata terhadap rata-rata panjang daun. Daun yang dihasilkan dari perlakuan kolkisin menunjukkan ciri-ciri daun yang tebal dan berwarna lebih hijau. Kondisi ini berkaitan dengan sifat ploidi tanaman, dimana tanaman poliploidi mengandung lebih banyak klorofil sehingga warna daun terlihat lebih hijau (Sartika *et al*., 2020). Menurut Kumar *et al.* (2019) ukuran daun yang diperoleh setelah pemberian kolkisin lebih besar dibandingkan kontrol. Hal ini disebabkan adanya peningkatan jumlah kloroplas pada stomata dan ukuran komponen jaringan yang lebih besar, seperti epidermis, palisade dan bunga karang. Sesuai dengan penelitian (Kundu et al., 2018) panjang dan lebar daun

tanaman tetraploid lebih tinggi pada daripada diploidnya. Peningkatan ukuran organ terjadi karena sel yang menggabungkan sejumlah besar kromosom menghasilkan tanaman yang tumbuh lebih besar dan lebih banyak.




**Gambar 4.3. Panjang daun pada berbagai konsentrasi.** a. 0% b. 0,05% c. 0,1% d. 0,15% e. 0,2% f. 0,25%




**Gambar 4.4. Lebar daun pada berbagai konsentrasi.** a. 0% b. 0,05% c. 0,1% d. 0,15% e. 0,2% f. 0,25%

Tanaman poliploid memiliki ukuran sel yang lebih besar daripada tanaman diploidnya (Tammu *et al*., 2021). Massa tanaman yang semakin meningkat disebabkan karena ukuran sel nukleus yang tumbuh lebih besar, sehingga menyebabkan pertambahan jumlah kromosom pada tanaman. Sel yang lebih besar menghasilkan bagian tanaman yang lebih besar (Suliman & Asander, 2020) Sebagian tanaman mengalami mutasi pada hampir seluruh bagian tanaman mulai titik tumbuh hingga organ generatif, namun sebagian lainnya hanya mengalami

mutasi pada beberapa organ saja. Hal ini dapat terjadi karena kolkisin yang diberikan kepada setiap tanaman tidak mempengaruhi semua sel, tetapi hanya sebagian sel-sel saja (Sirojuddin *et al*., 2017).

## 4.3 Pembahasan Penelitian dalam Perspektif Islam

### 4.3.1 Hasil Penelitian Menurut Islam

Hasil penelitian perendaman tunas pada larutan kolkisin menunjukkan bahwa perendaman 24 jam dengan berbagai konsentrasi berpengaruh terhadap jumlah akar, jumlah tunas, tinggi tunas, panjang tunas dan lebar tunas. Perbedaan pengaruh kolkisin pada rata-rata tanaman per ulangan dapat terjadi karena setiap tunas pasti memiliki sifat yang berbeda meskipun dalan biji satu tongkol. Hal ini telah dijelaskan pada Al-Qur'an bahwa Allah Subhanahu Wa Ta'ala menciptakan segala sesuatu menurut ukuran (Q.S Al-Hijr: 19) dan seimbang (Q.S Al-Mulk: 3). Sebagaimana Allah berfirman dalam surat Al-Hijr ayat 19:

وَالْأَرْضَ مَدَدْنَاهَا وَأَلْقَيْنَا فِيهَا رَوَاسِيَ وَأَنْبَتْنَا فِيهَا مِنْ كُلِّ شَيْءٍ مَوْزُونٍ

Artinya: *"Dan Kami telah menghamparkan bumi dan menjadikan padanya gunung-gunung dan Kami tumbuhkan padanya segala sesuatu menurut ukuran."*

Allah Subhanahu Wa Ta'ala juga berfirman dalam surat Al-Mulk ayat 3:

الَّذِي خَلَقَ سَبْعَ سَمَاوَاتٍ طِبَاقًا ۖ مَا تَرَىٰ فِي خَلْقِ الرَّحْمَٰنِ مِنْ تَفَاوُتٍ ۖ فَارْجِعِ الْبَصَرَ هَلْ تَرَىٰ مِنْ فُطُورٍ

Artinya: *"Yang telah menciptakan tujuh langit berlapis-lapis. Kamu sekali-kali tidak melihat pada ciptaan Tuhan Yang Maha Pemurah sesuatu yang tidak seimbang. Maka lihatlah berulang-ulang, adakah kamu lihat sesuatu yang tidak seimbang?"*

Allah telah menciptakan segala sesuatu menurut ukuran dengan seimbang. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memperoleh konsentrasi yang

efektif menurut ukurannya sehingga penelitian ini dapat meminimalisir dampak negatif dari pengaruh pemberian kolkisin pada tanaman porang. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan agar tidak menimbulkan kerusakan bagi lingkungan dan tanaman itu sendiri. Allah Subhanahu Wa Ta'ala telah berfirman dalam Al-Qur’an:

وَالسَّماءَ رَفَعَها وَوَضَعَ الْمِيزانَ أَلاَّ تَطْغَوْا فِي الْمِيزان وَأَقِيمُوا الْوَزْنَ بِالْقِسْطِ وَلا تُخْسِرُوا الْمِيزانَ

Artinya: “*Dan langit telah ditinggikan-Nya dan Dia ciptakan keseimbangan, agar kamu jangan merusak keseimbangan itu, dan tegakkanlah keseimbangan itu dengan adil dan janganlah kamu mengurangi keseimbangan itu*” (Ar-Rahman: 7-9)

Berdasarkan ayat di atas Allah telah mempercayakan bumi kepada manusia, agar manusia dapat hidup dalam keseimbangan. Allah telah menundukkan semua ciptaan-Nya, dengan harapan manusia dapat menyeimbangkan hak dan kewajibannya terhadap ciptaan Allah tersebut.

**4.3.2 Peran Khalifah dalam Penelitian**

Manusia adalah makhluk Allah yang diciptakan sebagai khalifah dibumi, karena itulah manusia diberi akal agar mereka dapat berfikir tentang hak dan kewajiban atas kebesaran Allah. Manusia sebagai khalifaf termaktub dalam surat Al-Baqarah ayat 30:

وَإِذْ قَالَ رَبُّكَ لِلْمَلَٰٓئِكَةِ إِنِّى جَاعِلٌ فِى ٱلْأَرْضِ خَلِيفَةًۖ قَالُوٓا۟ أَتَجْعَلُ فِيهَا مَن يُفْسِدُ فِيهَا
وَيَسْفِكُ ٱلدِّمَآءَ وَنَحْنُ نُسَبِّحُ بِحَمْدِكَ وَنُقَدِّسُ لَكَۖ قَالَ إِنِّىٓ أَعْلَمُ مَا لَا تَعْلَمُونَ

Artinya: *“Dan (ingatlah) ketika Tuhanmu berfirman kepada para malaikat, “Aku hendak menjadikan khalifah di bumi.” Mereka berkata, “Apakah Engkau hendak menjadikan orang yang merusak dan menumpahkan darah di sana, sedangkan kami bertasbih memuji-Mu dan menyucikan nama-Mu?” Dia berfirman, “Sungguh, Aku mengetahui apa yang tidak kamu ketahui”*

Manusia yang diciptakan agar dapat berpikir tentang kebesaran Allah terdapat dalam surat Al-Jasiyah ayat 13:

وَسَخَّرَ لَكُمْ مَا فِي السَّمَاوَاتِ وَمَا فِي الْأَرْضِ جَمِيعًا مِنْهُ ۚ إِنَّ فِي ذَٰلِكَ لَآيَاتٍ لِقَوْمٍ يَتَفَكَّرُونَ

Artinya: *"Dan Dia menundukkan apa yang ada di langit dan apa yang ada di bumi untukmu semuanya (sebagai rahmat) dari-Nya. Sungguh, dalam hal yang demikian itu benar-benar terdapat tanda-tanda (kebesaran Allah) bagi orang-orang yang berpikir."*

Salah satu tugas manusia adalah berusaha semaksimal mungkin untuk mengatur kehidupan yang seimbang menggunakan akal yang merupakan anugerah dari Allah. Ilmu pengetahuan dan teknologi (IPTEK) adalah implementasi dari tugas manusia sebagai khalifah untuk mengelola, menumbuh kembangkan, merawat, melestarikan dan mencari solusi terhadap permasalahan yang ada di bumi terutama pada tumbuhan. Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an dkk. (2010) menyebutkan bahwa ada empat prinsip bioetika yaitu 1). otonomi (*autonomy*), 2). keadilan (*justice*), 3). kemashlahatan (*beneficence*), dan 4). tidak menyebabkan mudharat (*non-maleficence*).

### 4.3.3 Peran Al-Qur'an dan Sunah Sebagai Rekomendasi Penelitian

Pesan utama dari kehadiran Al-Qur'an dan sunah adalah menjadikan islam sebagai rahmatan lil-alamin yaitu rahmat bagi seluruh alam. Apabila seorang ilmuwan berpegang teguh pada dua pedoman Al-Qur'an dan sunah maka teknologi yang dikembangkannya akan berguna bagi semesta alam. Hal ini dikarenakan setiap kegiatan yang dilakukan selalu bertujuan dengan mendekatkan diri kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala dan Nabi Muhammad Shalallaahu Alaihi Wassalaam yang mana dapat menyejahterakan umat manusia, menjunjung tinggi keadilan, dan bersahabat dengan lingkungan. Sehingga, antara IPTEK dan peradaban islam dapat mendukung satu sama lain.

# BAB V
# PENUTUP

## 5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dalam penelitian ini adalah;

1. Perendaman tunas pada berbagai konsentrasi kolkisin mempengaruhi induksi poliploidi tanaman porang. Peningkatan ploidi porang terbentuk pada konsentrasi 0,1% - 0,2% dan poliploidi tidak terbentuk di bawah konsentrasi 0,1% dan diatas 0,2%.
2. Perendaman tunas pada berbagai konsentrasi kolkisin mempengaruhi tingkat pertumbuhan tanaman porang. Peningkatan konsentrasi kolkisin sampai 0,1% dapat meningkatkan jumlah akar, panjang dan lebar daun sedangkan konsentrasi kolkisin sampai 0,15% mampu meningkatkan jumlah dan tinggi tunas.

## 5.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pengaruh lama perendaman dan konsentrasi kolkisin serta pengaruh cahaya terhadap jumlah kromosom dan pertumbuhan tanaman porang secara *in vitro* serta pelu ditambahkan parameter luas daun dan tinggi tanaman pada penelitian.

## DAFTAR PUSTAKA


Abu Ja'far Muhammad Jarir Ath Thabari. 2009. *Tafsir Al Qur'an At Thabari*. Jakarta: Pustaka Azzam.

Al Qurtubi, Syaikh Imam, "*Al Jami" Al Ahkâm Al Qur"An*" Diterjemahkan Muhammad Ibrahim Al Hifnawi dan Muhammad Hamid Utsman. 2008. *Tafsir Al-Qurthûbi Jilid III*. Jakarta: Pustaka Azam.

Abdoli, M., Moieni, A., & Naghdi Badi, H. (2013). Morphological, Physiological, Cytological and Phytochemical Studies in Diploid and Colchicine-Induced Tetraploid Plants of *Echinacea purpurea* (L.). *Acta Physiologiae Plantarum*, *35*(7), 2075–2083. https://doi.org/10.1007/s11738-013-1242-9

Abidin.Z.A., Budiono.D.J, & Isnawati. 2014. *Pemanfaatan Filtrat Kulit Buah Syzygium Cumini Sebagai Pewarna Alternatif Preparat Mitosis*. Seminar Nasional Dan Wokrshop Biologi, 18–19.

Ade, R., & Rai, M. K. (2010). Review: Colchicine, Current Advances and Future Prospects. *Nusantara Bioscience*, *2*(2), 90–96. https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n020207

Adesoye, A. I., & Nnadi, N. . (2011). Mitotic Chromosome Studies of Some Accessions of African Yam Bean *Sphenostylis stenocarpa* (Hochst. Ex. A. Rich.) Harm. *African Journal of Plant Science*, 5(14), 835–841. https://doi.org/10.5897/ajps10.199

Afifah, E., Oktorina, M., & Setiono, S. (2014). Peluang Budidaya Iles-Iles (Amorphophallus Spp.) Sebagai Tanaman Sela di Perkebunan Karet. *Warta Perkaretan*, 33(1), 35. https://doi.org/10.22302/ppk.wp.v33i1.48

Aili, E. N., Respatijarti, & Sugiharto, A. N. (2016). Pengaruh Pemberian Kolkisin Terhadap Penampilan Fenotip Galur Inbrida Jagung Pakan (*Zea mays* L.) pada Fase Pertumbuhan Vegetatif. *Jurnal Produksi Tanaman*, 4(5), 370–377.

Alam, M. M., Karim, M. R., Aziz, M. A., Hossain, M. M., Bulbul, A., & Mandal, A. (2011). Induction and Evaluation of Polyploidy in Some Local Potato Varieties of Bangladesh. *Journal of Biodiversity and Environmental Sciences (JBES)*, *1*(2), 16-21.

Alitalia, Y. (2008). Pengaruh Pemberian BAP dan NAA terhadap Pertumbuhan dan Perkembangan Tunas Mikro Kantong Semar *(Nepenthes mirabilis*) Secara In Vitro. *Skripsi*. Program Studi Hortikultura Fakultas Pertanian Institut Pertanian Bogor.

Allum, J. F., Bringloe, D. H., & Roberts, A. V. (2007). Chromosome Doubling in a Rosa Rugosa Thunb. Hybrid by Exposure of In Vitro Nodes to Oryzalin: The Effects of Node Length, Oryzalin Concentration and Exposure Time. *Plant Cell Reports*, *26*(11), 1977–1984. https://doi.org/10.1007/s00299-007-0411-y

Ambarwati, E.,R.H. Murti, Haryadi, A. Basyir,dan S. Widodo. 2000. *Eksplorasi dan Karakterisasi Iles-iles.* Yogyakarta : LP UGM.

Andrini, A., Suharsi, T. K., & Surahman, M. (2013). Studi Poliembrioni dan Penentuan Tingkat Kemasakan Fisiologis Benih *Japansche citroen* Berdasarkan Warna Kulit Buah. *Jurnal Hortikultura.* 23(3), 195-202.

Ardhian, D., & Indriyani, S. (2013). Kandungan Oksalat Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume ) Hasil Penanaman dengan Perlakuan Pupuk P dan K. *Jurnal Biotropika*, *1*(2), 53–56.

Aristya, G. R., & Daryono, B. S. (2014). Karakter Fenotipik Tanaman Stroberi Festival (Fragaria x Ananassa D.) Hasil Induksi Kolkisin pada Konsentrasi 0, 05% dan 0, 01%. *Biogenesis: Jurnal Ilmiah Biologi*, *2*(2), 70-78.

Astriana, B. H., Lestari, D. P., Junaidi, M., & Marzuki, M. (2019). Pengaruh Kedalaman Penanaman Terhadap Pertumbuhan *Kappaphycus alvarezii* Hasil Kultur Jaringan di Perairan Desaseriwe, Lombok Timur. *Jurnal Perikanan*, *9*(1), 17–29.

Azrianingsih, R., Munawarti, A., & Rahardi, B. (2013). Teknik Perkecambahan Poliembrio Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume): Upaya Penyediaan Bibit Unggul. *Laporan Akhir Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi (M).* Universitas Brawijaya. *Malang*.

Campbell, Neil A dan Reece, Jane B. 2010. *Biologi Edisi 8, Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.

Dinyunita. 1999. *Kultur Jaringan*. Diakses dari www.indobiogen.or.id.

Dhooghe, E., Van Laere, K., Eeckhaut, T., Leus, L., & Van Huylenbroeck, J. (2011). Mitotic Chromosome Doubling of Plant Tissues In Vitro. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* (PCTOC). 104(3): 359-373.

Dounias, E. 2008. *Gloriosa superba* L. Protologue Sp. pl. 1 : 305

Dwiyani, Rindang. 2015. *Kultur Jaringan Tanaman*. Bali: Pelawa Sari.

Ekanem, A. M., & Osuji, J. O. (2006). Mitotic Index Studies on Edible Cocoyams (Xanthosoma and Colocasia spp.). *African Journal of Biotechnology*, *5*(10), 846–849.

Escandón, A. S., Hagiwara, J. C., & Alderete, L. M. (2006). A New Variety of Bacopa Monnieri Obtained by In Vitro Polyploidization. *Electronic Journal of Biotechnology*, *9*(3), 181–186. https://doi.org/10.2225/vol9-issue3-fulltext-8

Fajrina, A., Idris, M., Surya, N. W., Riset Genetika, L., Biologi, J., Matematika, F., Ilmu, D., Alam, P., Tumbuhan, R. F., & Pengetahuan, I. (2012). Penggandaan Kromosom dan Pertumbuhan Somaklonal Andalas (Morus macroura Miq. var macroura) yang Diperlakukan dengan Kolkisin. *Jurnal Biologi Universitas Andalas (J. Bio. UA.)*, *1*(1), 23–26.

Flick, C.E., D.A. Evans, and W.R. Sharp. 1993. *Organogenesis. In D.A. Evans,*

*W.R. Sharp, P.V. Amirato, and T. Yamada (eds.) Handbook of Plant Cell Culture Collier Macmillan.* Publisher London. p. 13-81.

Ganjari, L. E. (2014). Pembibitan Tanaman Porang dengan Model Agroekosistem Botol Plastik. *Widya Warta*, *38*(01), 43–58.

Gantait, S., & Mukherjee, E. (2021). Induced Autopolyploidy - A Promising Approach for Enhanced Biosynthesis of Plant Secondary Metabolites: An Insight. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, *19*(1). https://doi.org/10.1186/s43141-020-00109-8

George, E.F. and P.D. Sherington. l984. *Plant Propagation by Tissue Culture. Handbook and Directory of Commercial Laboratories.* Exegetic. England. 709 p.

Global Biodiversity Information Facility (GBIF). 2020. *Classification of Amorphophallus muelleri* Blume. https://ww.gbif.org/species/2871712. Diakses pada 10 Maret 2022.

Hambali, E. dkk. 2006. *Prosiding Workshop Nasional Bisnis Biodiesel dan Bioethanol di Indonesia.* Bogor: SBRC LPPM IPB.

Hamdhan, Rizky Al. (2020). Dampak Usaha Tani Komoditas Porang Terhadap Kesejahteraan Masyarakat di Desa Klangon, Kecamatan Saradan, Kabupaten Madiun. *Jurnal Agribisnis dan Sosial Ekonomi Pertanian UNPAD*. 5(2): 125-139.

Hanafiah, K.A. 2005. *Rancangan Percobaan Teori dan Aplikasi*. Edisi 3. Jakarta: Rajawali.

Hannweg, K., Visser, G., de Jager, K., & Bertling, I. (2016). In Vitro-Induced Polyploidy and its Effect on Horticultural Characteristics, Essential Oil Composition and Bioactivity of *Tetradenia riparia*. *South African Journal of Botany*, *106*, 186–191. https://doi.org/10.1016/j.sajb.2016.07.013

Haryani, K. dan, & Hargono. (2008). Proses Pengolahan Iles-Iles (Amorphophallus sp .) Menjadi Glukomanan Sebagai Gelling Agent Pengganti Boraks. *Momentum*, *4*(2), 38–41.

Haryanti, S., R.B. Hastuti, N. Setiari, A. Banowo. (2009). Pengaruh Kolkisin Terhadap Pertumbuhan, Ukuran Sel Metafase dan Kandungan Protein Biji Tanaman Kacang Hijau (*Vigna radiata* (L.) Wilczek). *Jurnal Penelitian Sains Teknologi*, 10: 112-120.

Hasin, A., & Zain, R. (2019). Analisis Kadar Kalsium Oksalat (CaC2O4) pada Daun dan Batang Tanaman Bayam di Pasar Tradisional Kota Makassar 1. *Jurnal Media Laboran*, *9*(1), 6–11.

Hendaryono dan Wijayanti. 1994. *Teknik Kultur Jaringan: Pengenalan dan Petunjuk Perbanyakan Tanaman Secara Vegetatif Modern.* Yogyakarta: Kanisius.

Henuhili V dan Suratsih, 2003. *Genetika*. Yogyakarta:Universitas Negeri Yogyakarta.

Hetharie, H., Raharjo, S. H. T., & Edizon Jambormias. (2018). Pengelompokan Klon-Klon Ubi Jalar Berdasarkan Analisis Gerombol , Komponen Utama dan Biplot dari Karakter Morfologi Components and Biplot Analyses of Morphological Characters. *J Agron Indonesia*, *46*(3), 276–282.

Ikayanti, F., Radian, & Rianto, F. (2021). Pemberian Pupuk NPK Growth and Yield of Porang Plant in the First Planting. *Jurnal Pertanian Agros*, *23*(2), 320–326.

Indriyani, S., Arisoesilaningsih, E., Wardiyati, T., & Purnobasuki, H. (2010). A Model of Relationship Between Climate and Soil Factors Related to Oxalate Content in Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) corm. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, *12*(1), 45–51. https://doi.org/10.13057/biodiv/d120109

Irawati. (2000). Diferensiasi Berbagai Macam Eksplan pada Perbanyakan *Philodendron goeldii* (Araceae) Secara In Vitro. *Berita Biologi.* 5(1), 69-75.

Jansen PMC, Van Der Wilk C, Hetterscheid WLA. 1996. *PROSEA: Plant Resources of South-East Asia. Plant Yielding Non-seed Carbohydrates*. Leiden (NL): Backhuys Publisher.

Jusup, M. 1988. *Genetika I; Struktur dan Ekspresi Gen.* Institut Pertanian Bogor: 205 hal.

Kadi, A. (2007). Manipulasi Poliploidi Untuk Memperoleh Jenis Baru yang Unggul. *Oseana*, *32*(4), 1–11. www.oseanografi.lipi.go.id

Kementrian Pertanian Direktorat Jendral Tanaman Pangan. 2021. *Budidaya Porang.* https://tanamanpangan.pertanian.go.id/detil-konten/berita/349. Diakses pada 10 Maret 2022.

Klug, W. S., M. R. Cummings, & C.A. Spencer. (2006). *Concepts of Genetics 8th edition*. Pearson Education International. 676 p.

Kumar, R., Jha, K. K., Sengupta, S., Misra, S., Mahto, C. S., & Narayan, S. C. 2019. Effect of Colchicine Treatment on Survival of Seedlings and Morphology in Cape Gooseberry (*Physalis peruviana* L.). *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 5, 184-189.

Kundu, S., Salma, U., Ali, M. N., & Mandal, N. (2018). In Vitro Tetraploidization For the Augmentation of Wedelolactone in *Sphagneticola calendulacea* (L.) Pruski. *Acta Physiologiae Plantarum*, *40*(12), 1–11. https://doi.org/10.1007/s11738-018-2786-5

Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an, Badan Litbang & Diklat Kementerian Agama RI, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI). 2011. *Tumbuhan dalam Perspektif Al-Qur'an dan Sains (Tafsir Ilmi)*. Jakarta: Lajnah Pentashihan Mushaf Al-Qur'an.

Lestari, E. G. (2011). Peranan Zat Pengatur Tumbuh dalam Perbanyakan Tanaman melalui Kultur Jaringan. *Jurnal AgroBiogen*, *7*(1), 63. https://doi.org/10.21082/jbio.v7n1.2011.p63-68

Liu, G., Li, Z., & Bao, M. (2007). Colchicine-Induced Chromosome Doubling in *platanus acerifolia* and its Effect on Plant Morphology. *Euphytica*, *157*(1–2), 145–154. https://doi.org/10.1007/s10681-007-9406-6

Mahyuni, R., Girsang, E. S. B., & Hanafiah, D. S. (2015). Pengaruh Pemberian Kolkhisin Terhadap Morfologi dan Jumlah Kromosom Tanaman Binahong (*Anredera cordifolia* (Ten) Steenis). *Jurnal Agroteknologi*, *4*(1), 1815–1821.

Mandela, F., Julianto, R. P. D., & Nurul, M. (2022). Poliploidisasi Tanaman Jahe Merah (*Zingiber officinale* Var. Rubrum) Menggunakan Mutagen Kolkisin. *Buana Sains*, *21*(2), 1–6. https://jurnal.unitri.ac.id/index.php/buanasains/article/view/3201

Manzila, I., S.H. Hidayat, I. Mariska, dan S. Sujiprihati. 2010. Induksi Kalus serta Regenerasi Tunas dan Akar Cabai Melalui Kultur In Vitro. *Jurnal Agricultural and Biological Sciences.* 6(2):65–74.

Mattjik, N. A. 2005. *Peran Kultur Jaringan Dalam Perbaikan Tanaman*. FP. ITB. Bogor

Messmer, M., Schaefer, F., P. Willbois, K., & Arncken, C. 2015. Plant Breeding Techniques: An Assessment for Organis Farming. In G. Weidmann (Ed.), Dossier (Issue January). *Reseach Institute of Organic Agriculture* (FiBL).

Miguel, T. P., & Leonhardt, K. W. 2011. In Vitro Polyploid Induction of Orchids Using Oryzalin. *Scientia Horticulturae*, 130(1): 314-319.

Mo, L., Chen, J., Lou, X., Xu, Q., Dong, R., Tong, Z., ... & Lin, E. 2020. Colchicine-Induced Polyploidy in *Rhododendron fortunei* Lindl. *Plants*, 9(4), 424.

Moghbel, N., Borujeni, M. K., & Bernard, F. (2015). Colchicine Effect on the DNA Content and Stomata Size of *Glycyrrhiza glabra* var.glandulifera and *Carthamus tinctorius* L. cultured in vitro. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, *13*(1), 1–6. https://doi.org/10.1016/j.jgeb.2015.02.002

Murni, D. (2010). Pengaruh Perlakuan Kolkisin Terhadap Jumlah Kromosom Dan Fenotip Tanaman Cabe Keriting (*Capsicum annuum* L.). *Jurnal Agroekotek*, *2*, 43–48.

Nasir, M. 2002. *Bioteknologi Molekuler Teknik Rekayasa Genetika Tanaman*. Penerbit PT. Citra Aditya Bakti Bandung.

Niedz, R. P., & Evens, T. J. 2007. Regulating Plant Tissue Growth By Mineral Nutrition. *In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant.* 43(4): 370-381.

Nofitahesti, I., & Daryono, B. S. (2016). Karakter Fenotip Kedelai (*Glycine max* (L.) Merr.) Hasil Poliploidisasi dengan Kolkisin. *Scientiae Educatia: Jurnal Sains Dan Pendidikan Sains*, *5*(2), 90–98. www.syekhnurjati.ac.di/jurnal/index.php/sceducatia

Nugrahaeni, N., Hapsari, R. T., Trustinah, Indriani, F. C., Sutrisno, Amanah, A., Yusnawan, E., Mutmaidah, S., Baliadi, Y., & Utomo, J. S. (2021). Morphological Characteristics of Madiun 1, the First Porang

(*Amorphophallus muelleri* Blume) Released Cultivar in Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *911*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/911/1/012011

Omezzine, F., Ladhari, A., Nefzi, F., Harrath, R., Aouni, M., & Haouala, R. (2012). Induction and Flow Cytometry Identification of Mixoploidy Through Colchicine Treatment of *Trigonella foenum-graecum* L.. *African Journal of Biotechnology*, *11*(98), 16434–16442. https://doi.org/10.5897/AJB12.2371

Planchais, S., Glab, N., Inzé, D., & Bergounioux, C. (2000). Chemical Inhibitors: a Tool for Plant Cell Cycle Studies. *Federation of European Biochemical Societies Letters*, *476*(1–2), 78–83. https://doi.org/10.1016/S0014-5793(00)01675-6

Poerba, Y. S., Imelda, M., Wulansari, A., & Martanti, D. (2009). *Amorphophallus muelleri* Blume dengan Irradiasi Gamma. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, *10*(3), 355–364.

Pradana, D. A., & Hartatik, S. (2019). Pengaruh Kolkisin Terhadap Karakter Morfologi Tanaman Terung (*Solanum melongena* L.). *Berkala Ilmiah Pertanian*, *2*(4), 155. https://doi.org/10.19184/bip.v2i4.16314

Pramanik, D., Istiqomah, N., & Chaidir, L. (2016). Studi Tingkat Ploidi pada Lili (Lilium sp.) Hasil Kultur Antera Melalui Penghitungan Jumlah Kloroplas dan Kromosom. *Jurnal Agronomi.* 3(2): 34–42.

Puspitorini, P. S., Cahyono, P. A., & Admiral, E. (2019). Pemberdayaan Masyarakat Jembul dengan Teknologi Tepat Guna Pengolahan Chips porang dalam meningkatkan Daya Saing. *International Journal of Community Service Learning*, *3*(4), 244–251. https://doi.org/10.23887/ijcsl.v3i4.15723

Rahayu, E. M. Della, Dewi Sukma, D., Syukur, M., Aziz, S. A., & Irawati. (2015). Induksi Poliploidi Menggunakan Kolkisin Secara In Vivo pada Bibit Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* ( L .) BLUME). *Buletin Kebun Raya*, *18*(January 2016), 41–49.

Rahman, M. F., Imaningsih, W., & Sari, S. G. (2017). Isolasi dan Karakterisasi Fungi Endofit Umbi Porang (Amorphophallus muelleri Blume) sebagai Antibakteri. *Bioscientiae*, *14*(1), 55. https://doi.org/10.20527/b.v14i1.4016

Raza, H., M. Jaskani, M. M. Khan and T. A. Malik. 2003. In Vitro Induction of Polyploids in Watermelon and Estimation Based on DNA Content. *International Journal of Africulture and Biology*, 5 (3): 298-302.

Rofik, K., Setiahadi, R., Puspitawati, Indah, R., & Lukito, M. (2017). Potensi Produksi Tanaman Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) di Kelompok Tani MPSDH Wono Lestari Desa Padas Kecamatan Dagangan Kabupaten Madiun. *Jurnal Ilmu Pertanian, Kehutanan Dan Agroteknologi*, *17*(2), 54–65.

Rohmah, A., Rahayu, T., dan Hayari, A. 2017. Pengaruh Kolkisin terhadap Karakter Stomata Daun Zaitun (*Olea europaea* L.). *Jurnal Ilmiah Biologi Sains Tropis.* 2 (2): 10-17.

Rosdiana, S., & Santosa, E. (2019). Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Calon Klon Tanaman Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri* Blume). *Buletin Agrohorti*, *7*(2), 207–214. https://doi.org/10.29244/agrob.7.2.207-214

Roughani, A., Miri, S. M., Kashi, A. K., & Khiabani, B. N. (2017). Increasing the Ploidy Level in Spinach (*Spinacia oleracea* L.) Using Mitotic Inhibitors. *Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology*, *18*(3–4), 124–130.

Ryugo, K. 1988. *Fruit Culture.* John Wiley & Sons, Inc. New York.

Sakya, A. T., Sulistyaningsih, E., Indradewa, D., & Purwanto, B. (2016). Tanggapan Distribusi Asimilat dan Luas Daun Spesifik Tanaman Tomat terhadap Aplikasi ZnSO pada Dua Interval Penyiraman. *Jurnal Hortikultura*, *25*(4), 311. https://doi.org/10.21082/jhort.v25n4.2015.p311-317

Saleh, Nasir., St. A. Rahayuningsih., Budhi Santoso Radjit., Erliana Ginting., Didik Harnowo & I Made Jana Mejaya. 2015. *Tanaman Porang: Pengenalan, Budidaya, dan Pemanfaatannya.* Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan.

Santosa, E., Kurniawati, A., Sari, M., & Lontoh, A. P. (2016). Agronomic Manipulation on Flowering of Iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume) to Enhance Seed Production. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, *21*(2), 133–139. https://doi.org/10.18343/jipi.21.2.133

Santoso, B., Hasnam, H., Hariyadi, H., Susanto, S., & Purwoko, B. S. 2008. Vegetative Propagation of Physic Nut (*Jatropha curcas* L.) by Stem Cuttings Effects of Cutting Length and Diameter. *Buletin Agronomi, Institut Pertanian Bogo*r, 255-262.

Santoso, U. dan F. Nursandi, 2003. *Kultur Jaringan Tanaman*. Malang: Penerbit UMM.

Sari, M., Santosa, E., Pieter Lontoh, A., & Kurniawati, A. (2019). Seed Quality and Seedling Growth of Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri* Blume) from Different Growing Media. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, *24*(2), 144–150. https://doi.org/10.18343/jipi.24.2.144

Sari, R., & Suhartati. (2015). Tumbuhan Porang : Prospek Budidaya Sebagai Salah Satu Sistem Agroforestry. *Info Teknis Eboni*, *12*(2), 97–110. http://ejournal.forda-mof.org/ejournal-litbang/index.php/buleboni/article/view/5061

Sartika, D., Agustrina, R., Ernawiati, E., & Irawan, B. (2020). *The Role of Kolkisin in Multiplication of Planlet Banana Kepok Abu Poliploidi in Vitro Peran Kolkisin dalam Multiplikasi Planlet Pisang Kepok Abu Poliploidi Secara In Vitro*. *18*(September), 76–81.

Semiarti, E., Indrianto, A., Purwantoro, Y. H., Martiwi, I. N. A., Feroniasanti, Y. M. L., Nadifah, F., ... & Machida, C. 2010. High-Frequency Genetic Transformation of *Phalaenopsis amabilis* Orchid Using Tomato Extract-Enriched Medium for The Pre-Culture of Protocorms. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 85(3): 205-210.

Shihab, M. Quraish. 2002. *Tafsir al-Misbah; Pesan, Kesan, dan Keserasian Alquran Vol.* 5 Jakarta: Lentera Hati.

Sirojuddin, Rahayu, T., & Laili, S. (2017). Pengaruh Pemberian Berbagai Konsentrasi Kolkisin dan Lama Perendaman terhadap Respon Fenotipik Zaitun (*Olea europaea*). *E-Jurnal Ilmiah Biologi Sains Tropis*, *2*(2), 36–41.

Soedarjo, M., Shintiavira, H., Supriyadi, Y., & Nasihin, Y. 2012. *Peluang Bisnis Inovasi Krisan Badan Litbang Pertanian*. Jakarta Selatan: Agro inovasi.

Soltis, P. S., B., M. D., Van de Peer, Y., & Soltis, D. E. (2015). Polyploidy and genome evolution in plants. *Current Opinion in Genetics & Development*, *35*, 119–125.

Spencer-Lopes, M. M., Jankuloski, L., Ghanim, M. A., Matijevic, M., & Kodym, A. (2018). Physical Mutagenesis. In *Manual on Mutation Breeding*.

Suliman, H. H., & Asander, H. S. (2020). Polyploidy Induced by Colchicine in *Robinia pseudoacacia* L. and it's Effects on Morphological, Physiological and Anatomical Seedling Traits. *Iraqi Journal of Agricultural Sciences*, *51*(3), 829–847. https://doi.org/10.36103/ijas.v51i3.1038

Sulistianingsih, R. 2006. Peningkatan Kualitas Anggrek Dendrobium Hibrida dengan Pemberian Kolkhisin. *Ilmu Pertanian*. 11(1): 13-21

Sulistiyo, R. H., Soetopo, L., & Darmanhuri. (2015). Eksplorasi dan Identifikasi Karakteristik Morfologi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) di Jawa Timur. *Jurnal Produksi Tanaman*, *3*(5), 353–361.

Sumardi, I. dan A. Indrianto. 2006. *Teknik Kultur Jaringan*. Yogyakarta: UGM Press.

Sumarwoto. (2005). Iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume); Description and other Characteristics. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, *6*(3). https://doi.org/10.13057/biodiv/d060310

Sumarwoto. (2007). Review : Constituen of Mannan of Iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume.). *Bioteknologi*, *4*(1), 28–32.

Suminah, Sutarno, dan Setyawan A.D. 2002. Induksi poliploidi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) dengan pemberian kolkisin. *Biodiversitas.* 3(1): 174-180

Sunarti S, 2018. Review : Peran Biodiversitas dalam Pemuliaan Tanaman Kehutanan: Studi Kasus pada Pengembangan Varietas Baru Hibrid Acacia (*Acacia mangium* × *Acacia auriculiformis*). *Pros Semin Nas Masy Biodivers Indones* 4: 28–34.

Supriati, Y. (2016). Keanekaragaman Iles-Iles (Amorphophallus spp.) dan Potensinya untuk Industri Pangan Fungsional, Kosmetik, dan Bioetanol. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, *35*(2), 69. https://doi.org/10.21082/jp3.v35n2.2016.p69-80

Syaifudin, A., Ratnasari, E., & Isnawati, I. 2013. Pengaruh pemberian berbagai

konsentrasi kolkhisin terhadap pertumbuhan dan produksi tanaman cabai (*Capsicum annum*) varietas lado F1. *Lentera Bio: Berkala Ilmiah Biologi*. 2(2): 167-171.

Talei, D., Nekouei, M. K., Mardi, M., & Kadkhodaei, S. (2020). Improving Productivity of Steviol Glycosides in *Stevia rebaudiana* via Induced Polyploidy. *Journal of Crop Science and Biotechnology*, *23*(4), 301–309. https://doi.org/10.1007/s12892-020-00038-5

Tamalia, Sundari, & Roini, C. (2021). Kolkisin Sebagai Bahan Pengembangan Video Tutorial. *Jurnal Pendidikan MIPA*, *6*(2), 42–46.

Tammu, R. M., Nuringtyas, T. R., & Daryono, B. S. (2021). Colchicine Effects on the Ploidy Level and Morphological Characters of Katokkon pepper (*Capsicum annuum* L.) from North Toraja, Indonesia. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*, *19*(1). https://doi.org/10.1186/s43141-021-00131-4

Tjitrosoepomo, G. 2003. *Morfologi Tumbuhan*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Turhadi, & Indriyani, S. (2015). Uji Daya Tumbuh Porang *(Amorphophallus muelleri* Blume) dari Berbagai Variasi Potongan Biji. *Jurnal Biotropika*, *3*(1), 1–6.

Umarudin, Silvy A.W, & Paulivan C. 2019. Uji Karakteristik Fisik Sediaan Soothing Gel Ekstrak Umbi Porang (*Amorphophallus muelle*ri Blume) Sebagai Antibakteri. *Jurnal Olahraga dan Literasi Kesehatan*. 1(1): 15-27.

Urwin NA. 2014. Generation and Characterisation of Colchicine-Induced Polyploid Lavandula x intermedia. *Euphytica* 193(3): 331-339.

Wahyudi, A. (2020). The Polyembrionic Formation on Squeezed Orange Fruit Seeds (*Citrus sinensis* L .). *Agroscript*, *2*(1), 49–55.

Wattimena, G. A., Gunawan, L. W., Mattjik, N. A., Syamsudin, E., Wiendi, N. M. A., & Ernawati, A. 1992. *Bioteknologi tanaman*. Pusat Antar-Universitas Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor.

Widyastuti, N. 2002. *Inovasi Memperbanyak Bibit Tanaman*. Diakses dari www.sinarharapan.co.id/berita/0202/13/ipt02.html. Diakses pada 10 Maret 2022.

Willie, P. O., & Aikpokpodion, P. O. (2015). Mitotic Activity in Cowpea in Nigeria. *American Journal of Plant Sciences*, *6*(8), 1201–1205. https://doi.org/10.4236/ajps.2015.68123

Wu, W., dan Chen, H. L. 2011. Effects of Konjac Glucomannan on Putative Risk Factors for Colon Carcinogenesis in Rats Fed a High Fat Diet. *J. of Agruculture and Food Chemistry*. 58: 989-994.

Wulandari, Retno., D., Purwito, A., Susanto, S., Husni, A., & Ermayanti, T. M. 2015. In Vitro Induction of Tetraploid Pummelo "Nambangan" (*Citrus maxima* (Burm.) Merr.) By Colchicine Treatment Using Germinated Seed,

Shoot Tip And Cotyledonary Node As Explants. *Annales Bogorienses*. 19(1): 29–36.

Xing, S. H., Guo, X. B., Wang, Q., Pan, Q. F., Tian, Y. S., Liu, P., Zhao, J. Y., Wang, G. F., Sun, X. F., & Tang, K. X. (2011). Induction and Flow Cytometry Identification of Tetraploids From Seed-Derived Explants Through Colchicine Treatments in *Catharanthus roseus* (L.) G. Don. *Journal of Biomedicine and Biotechnology, 2011*. https://doi.org/10.1155/2011/793198

Yulianti, F., Purwito, A., Husni, A., & Dinarti, D. (2015). Induksi Tetraploid Tunas Pucuk Jeruk Siam Simadu (*Citrus nobilis* Lour) Menggunakan Kolkisin secara In Vitro. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, *43*(1), 66. https://doi.org/10.24831/jai.v43i1.9593

Yusnita. 2003. *Kultur jaringan Cara Memperbanyak Tanaman Secara Efisien*. Jakarta: Agro Media Pustaka.

Zaer and Mapes. 1982. *Action of Growth Regeneration. In Bonga and Durzan (eds.) Tissue Culture in Forestry.* Martinus Nijhoff London. p. 231-235.

Zayid, S., Mulya, A. S., & Taryana, Y. (2021). Pengaruh Konsentrasi dan Lama Inkubasi Kolkisin Terhadap Duplikasi Kromosom Planlet Terung (*Solanum melongena* L.) Haploid Galur Aksesi Hasil Kultur Antera. *OrchidAgro*, 1(1), 36-40.

Zhao, J., Zhang, D., Srzednicki, G., Kanlayanarat, S., Jianping, Z., & Borompichaichartkul, C. (2010). Morphological and Growth Characteristics of *Amorphophallus muelleri* blume - A Commercially Important Konjac Apecies. *Acta Horticulturae*, *875*, 501–508. https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2010.875.65

Zulkarnain. 2014. *Kultur Jaringan Tanaman, Solusi Perbanyakan Tanaman Budi Daya*. Jakarta : PT Bumi Aksara

Zuyasna, Z., Marliah, A., Rahayu, A., Hayati, E., & Husna, R. (2021). Pertumbuhan Tanaman Nilam MV1 Varietas Lhokseumawe Akibat Konsentrasi dan Lama Perendaman Kolkisin. *Agro Bali: Agricultural Journal*, *4*(1), 23–33. https://doi.org/10.37637/ab.v0i0.683

## LAMPIRAN

1. **Tabel Uji ANOVA *one way* dan DMRT 5%**

   a. **Uji normalitas**

**Tests of Normality**

| | | Kolmogorov-Smirnov[a] | | | Shapiro-Wilk | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | perlakuan | Statistic | df | Sig. | Statistic | df | Sig. |
| jumlah_akar | K0 | .285 | 4 | . | .935 | 4 | .625 |
| | K1 | .260 | 4 | . | .827 | 4 | .161 |
| | K2 | .283 | 4 | . | .909 | 4 | .479 |
| | K3 | .239 | 4 | . | .947 | 4 | .695 |
| | K4 | .293 | 4 | . | .860 | 4 | .261 |
| | K5 | .250 | 4 | . | .945 | 4 | .683 |
| jumlah_tunas | K0 | .263 | 4 | . | .902 | 4 | .443 |
| | K1 | .214 | 4 | . | .957 | 4 | .757 |
| | K2 | .348 | 4 | . | .805 | 4 | .112 |
| | K3 | .207 | 4 | . | .950 | 4 | .718 |
| | K4 | .304 | 4 | . | .874 | 4 | .313 |
| | K5 | .252 | 4 | . | .916 | 4 | .513 |
| tinggi_tunas | K0 | .323 | 4 | . | .875 | 4 | .318 |
| | K1 | .270 | 4 | . | .931 | 4 | .603 |
| | K2 | .323 | 4 | . | .802 | 4 | .107 |
| | K3 | .221 | 4 | . | .973 | 4 | .861 |
| | K4 | .308 | 4 | . | .786 | 4 | .079 |
| | K5 | .314 | 4 | . | .843 | 4 | .204 |
| jumlah_daun | K0 | .306 | 4 | . | .768 | 4 | .056 |
| | K1 | .250 | 4 | . | .945 | 4 | .683 |
| | K2 | .283 | 4 | . | .863 | 4 | .272 |
| | K3 | .283 | 4 | . | .863 | 4 | .272 |
| | K4 | .298 | 4 | . | .846 | 4 | .215 |
| | K5 | .295 | 4 | . | .857 | 4 | .250 |
| panjang_daun | K0 | .262 | 4 | . | .903 | 4 | .448 |
| | K1 | .188 | 4 | . | .992 | 4 | .968 |
| | K2 | .184 | 4 | . | .981 | 4 | .906 |
| | K3 | .229 | 4 | . | .896 | 4 | .413 |
| | K4 | .163 | 4 | . | .988 | 4 | .946 |
| | K5 | .339 | 4 | . | .771 | 4 | .060 |
| lebar_daun | K0 | .234 | 4 | . | .928 | 4 | .584 |
| | K1 | .176 | 4 | . | .985 | 4 | .931 |
| | K2 | .161 | 4 | . | .990 | 4 | .959 |
| | K3 | .225 | 4 | . | .951 | 4 | .720 |

| | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | K4 | .241 | 4 | . | .937 | 4 | .638 |
| | K5 | .271 | 4 | . | .899 | 4 | .425 |

a. Lilliefors Significance Correction

**b. Uji homogenitas**

**Test of Homogeneity of Variance**

| | | Levene Statistic | df1 | df2 | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|
| jumlah_akar | Based on Mean | .596 | 5 | 18 | .703 |
| | Based on Median | .387 | 5 | 18 | .851 |
| | Based on Median and with adjusted df | .387 | 5 | 12.403 | .849 |
| | Based on trimmed mean | .547 | 5 | 18 | .738 |
| jumlah_tunas | Based on Mean | 3.139 | 5 | 18 | .033 |
| | Based on Median | 1.449 | 5 | 18 | .255 |
| | Based on Median and with adjusted df | 1.449 | 5 | 4.020 | .370 |
| | Based on trimmed mean | 2.714 | 5 | 18 | .054 |
| tinggi_tunas | Based on Mean | 2.233 | 5 | 18 | .096 |
| | Based on Median | .880 | 5 | 18 | .514 |
| | Based on Median and with adjusted df | .880 | 5 | 8.421 | .534 |
| | Based on trimmed mean | 1.855 | 5 | 18 | .153 |
| jumlah_daun | Based on Mean | 26.777 | 5 | 18 | .000 |
| | Based on Median | 20.582 | 5 | 18 | .000 |
| | Based on Median and with adjusted df | 20.582 | 5 | 8.110 | .000 |
| | Based on trimmed mean | 26.678 | 5 | 18 | .000 |
| panjang_daun | Based on Mean | .955 | 5 | 18 | .470 |
| | Based on Median | .912 | 5 | 18 | .495 |
| | Based on Median and with adjusted df | .912 | 5 | 10.557 | .509 |
| | Based on trimmed mean | .966 | 5 | 18 | .464 |
| lebar_daun | Based on Mean | 1.284 | 5 | 18 | .314 |
| | Based on Median | 1.170 | 5 | 18 | .362 |
| | Based on Median and with adjusted df | 1.170 | 5 | 14.212 | .371 |
| | Based on trimmed mean | 1.283 | 5 | 18 | .314 |

### c. Uji ANOVA *one way*

Tabel hasil ANOVA menggunakan Excel

| Parameter | F hitung | F tabel 5% |
|---|---|---|
| Jumlah Akar | 3,254* | 2,77 |
| Jumlah Tunas | 3,106* | 2,77 |
| Tinggi Tunas | 4,763* | 2,77 |
| Jumlah Daun | 1,775$^{tn}$ | 2,77 |
| Panjang Daun | 3,243* | 2,77 |
| Lebar Daun | 2,989* | 2,77 |

Keterangan: ($^{tn}$) = Kolkisin tidak berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

(*) = Kolkisin berpengaruh nyata terhadap variabel pengamatan

**ANOVA**

| | | Sum of Squares | df | Mean Square | F | Sig. |
|---|---|---|---|---|---|---|
| jumlah_akar | Between Groups | 31.635 | 5 | 6.327 | 3.254 | .029 |
| | Within Groups | 34.995 | 18 | 1.944 | | |
| | Total | 66.630 | 23 | | | |
| jumlah_tunas | Between Groups | 130.360 | 5 | 26.072 | 3.106 | .034 |
| | Within Groups | 151.110 | 18 | 8.395 | | |
| | Total | 281.470 | 23 | | | |
| tinggi_tunas | Between Groups | 150.368 | 5 | 30.074 | 4.763 | .006 |
| | Within Groups | 113.663 | 18 | 6.315 | | |
| | Total | 264.031 | 23 | | | |
| jumlah_daun | Between Groups | 21.170 | 5 | 4.234 | 1.775 | .169 |
| | Within Groups | 42.939 | 18 | 2.386 | | |
| | Total | 64.110 | 23 | | | |
| panjang_daun | Between Groups | 46.028 | 5 | 9.206 | 3.243 | .029 |
| | Within Groups | 51.093 | 18 | 2.839 | | |
| | Total | 97.121 | 23 | | | |
| lebar_daun | Between Groups | 23.757 | 5 | 4.751 | 2.989 | .039 |
| | Within Groups | 28.616 | 18 | 1.590 | | |
| | Total | 52.373 | 23 | | | |

**d. Uji lanjut DMRT 5%**

**jumlah_akar**

Duncan[a]

| perlakuan | N | Subset for alpha = 0.05 | |
|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 |
| K0 | 4 | 1.8750 | |
| K5 | 4 | 2.0000 | |
| K4 | 4 | 2.6650 | |
| K1 | 4 | 3.0000 | 3.0000 |
| K3 | 4 | 3.9575 | 3.9575 |
| K2 | 4 | | 5.1650 |
| Sig. | | .072 | .051 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

**jumlah_tunas**

Duncan[a]

| perlakuan | N | Subset for alpha = 0.05 | |
|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 |
| K5 | 4 | 4.5800 | |
| K0 | 4 | 4.6625 | |
| K1 | 4 | 4.7450 | |
| K4 | 4 | 6.8300 | 6.8300 |
| K2 | 4 | 7.9975 | 7.9975 |
| K3 | 4 | | 10.9950 |
| Sig. | | .149 | .069 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

**tinggi_tunas**

Duncan[a]

| perlakuan | N | Subset for alpha = 0.05 | | |
|---|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 | 3 |
| K0 | 4 | 1.9300 | | |
| K5 | 4 | 3.2925 | 3.2925 | |
| K1 | 4 | 3.6075 | 3.6075 | |
| K4 | 4 | 5.1750 | 5.1750 | |
| K2 | 4 | | 6.3150 | 6.3150 |
| K3 | 4 | | | 9.6425 |
| Sig. | | .109 | .135 | .077 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

**panjang_daun**

Duncan[a]

| perlakuan | N | Subset for alpha = 0.05 | |
|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 |
| K0 | 4 | 1.2875 | |
| K5 | 4 | 3.2125 | 3.2125 |
| K1 | 4 | 3.4250 | 3.4250 |
| K4 | 4 | 3.9000 | 3.9000 |
| K3 | 4 | | 4.9325 |
| K2 | 4 | | 5.6550 |
| Sig. | | .058 | .080 |

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

**lebar_daun**

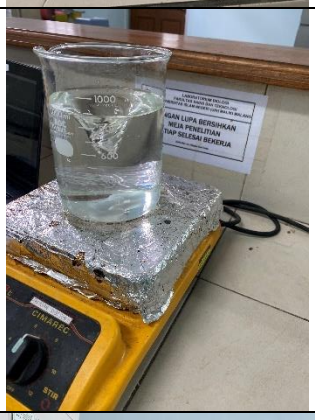
Duncan[a]

| perlakuan | N | Subset for alpha = 0.05 | |
|---|---|---|---|
| | | 1 | 2 |
| K0 | 4 | .8125 | |
| K1 | 4 | 2.1625 | 2.1625 |
| K5 | 4 | 2.4250 | 2.4250 |
| K4 | 4 | 2.5000 | 2.5000 |
| K3 | 4 | | 3.3000 |
| K2 | 4 | | 4.0300 |
| Sig. | | .098 | .074 |

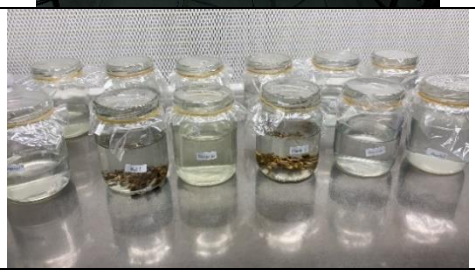
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 4.000.

**2. Foto penelitian**

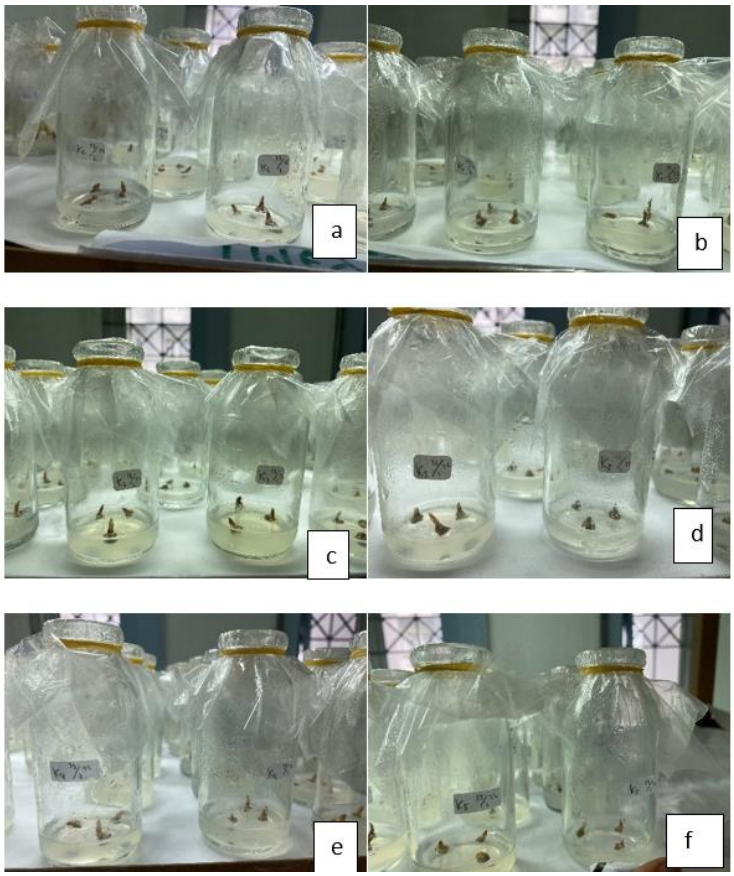
**a. pembuatan media**

| | |
|---|---|
| Persiapan bahan: MS, gula, agar,hormone BA2 | |
| Dimasukkan semua bahan kecuali agar dalam 1000 ml aquadest setelah larut cek ph, jika ph 5-7 dimasukkan agar, ditunggu sampai larut |  |
| Larutan dimasak ppada microwave | |
| Persiapan botol untuk di isi media sekitar 12 ml per botol | |
| Sterilisasi media mengunakan autoclave | |

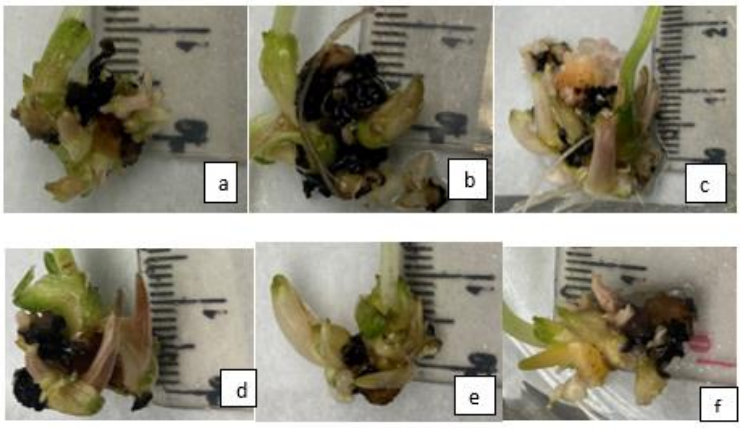
**b. Sterilisasi dan inisisasi eksplan**

| | |
|---|---|
| Eksplan dicuci denagn detergent | |
| Eksplan dicuci denagn bakterisida | |
| Eksplan dicuci denagn fungisida | |
| Alat dan bahan untuk sterilisasi | |
| Sterilisasi biji bertunas |  |

| | |
|---|---|
| Tahap inisiasi | |
| Hasil inisiasi disimpan pada rak kultur | |




Kondisi tunas awal penanaman




Kondisi akhir penelitian

## 3. Kartu konsultasi



**KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA**
**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM MALANG**
Jalan Gajayana Nomor 50, Telepon (0341)551354, Fax. (0341) 572533
Website: http://www.uin-malang.ac.id Email: info@uin-malang.ac.id

### JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

**IDENTITAS MAHASISWA**

NIM : 18620070
Nama : IMEY TAMARA INDIVIA
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI
Jurusan : BIOLOGI
Dosen Pembimbing 1 : RURI SITI RESMISARI,M.Si
Dosen Pembimbing 2 : M. MUKHLIS FAHRUDDIN,M.S.I
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi :

PENGARUH KONSENTRASI KOLKISIN TERHADAP INDUKSI POLIPLOIDI DAN PERTUMBUHAN TANAMAN PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume.) SECARA *IN VITRO*

**IDENTITAS BIMBINGAN**

| No | Tanggal Bimbingan | Nama Pembimbing | Deskripsi Bimbingan | Tahun Akademik | Status |
|---|---|---|---|---|---|
| 1 | 2021-08-19 | RURI SITI RESMISARI,M.Si | konsultasi judul skripsi | 2021/2022 Ganjil | Sudah Dikoreksi |
| 2 | 2021-12-28 | RURI SITI RESMISARI,M.Si | Pengajuan judul baru | 2021/2022 Ganjil | Sudah Dikoreksi |
| 3 | 2021-12-29 | RURI SITI RESMISARI,M.Si | Diskusi penulisan proposal | 2021/2022 Ganjil | Sudah Dikoreksi |
| 4 | 2021-12-30 | RURI SITI RESMISARI,M.Si | penulisan BAB I | 2021/2022 Ganjil | Sudah Dikoreksi |
| 5 | 2022-01-03 | RURI SITI RESMISARI,M.Si | konsultasi BAB 1 | 2021/2022 Ganjil | Sudah Dikoreksi |
| 6 | 2022-01-04 | RURI SITI RESMISARI,M.Si | penulisan BAB II | 2021/2022 Ganjil | Sudah Dikoreksi |
| 7 | 2022-01-05 | RURI SITI RESMISARI,M.Si | konsultasi BAB II | 2021/2022 Ganjil | Sudah Dikoreksi |
| 8 | 2022-01-06 | RURI SITI RESMISARI,M.Si | penulisan BAB III | 2021/2022 Ganjil | Sudah Dikoreksi |
| 9 | 2022-01-07 | RURI SITI RESMISARI,M.Si | revisi BAB I, II, III | 2021/2022 Ganjil | Sudah Dikoreksi |
| 10 | 2022-01-08 | M. MUKHLIS FAHRUDDIN,M.S.I | konsultasi kajian keislaman pada penelitian | 2021/2022 Ganjil | Sudah Dikoreksi |
| 11 | 2022-06-06 | M. MUKHLIS FAHRUDDIN,M.S.I | konsultasi naskah | 2021/2022 Genap | Sudah Dikoreksi |
| 12 | 2022-06-06 | RURI SITI RESMISARI,M.Si | konsultasi naskah | 2021/2022 Genap | Sudah Dikoreksi |
| 13 | 2022-06-07 | M. MUKHLIS | | 2021/2022 | |



Scanned with CamScanner

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | | FAHRUDDIN,M S I | acc naskah | Genap | Sudah Dikoreksi |
| 14 | 2022-06-07 | RURI SITI RESMISARI,M Si | acc naskah | 2021/2022 Genap | Sudah Dikoreksi |
| 15 | 2022-06-23 | RURI SITI RESMISARI,M Si | Revisi naskah | 2021/2022 Genap | Sudah Dikoreksi |
| 16 | 2022-06-23 | M. MUKHLIS FAHRUDDIN,M S I | Revisi naskah | 2021/2022 Genap | Sudah Dikoreksi |

Telah disetujui
Untuk mengajukan ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

Malang : 23 Juni 2022

Dosen Pembimbing 2

M. MUKHLIS FAHRUDDIN,M S I

Dosen Pembimbing 1

RURI SITI RESMISARI,M Si

Ketua Kaprodi

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

**4. Cek plagiasi**

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

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

**Form Checklist Plagiasi**

**Nama** :**Imey Tamara Indivia**

**NIM** :**18620070**

**Judul** : **KONSENTRASI KOLKISIN TERHADAP INDUKSI POLIPLOIDI DAN PERTUMBUHAN TANAMAN PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume.) SECARA *IN VITRO***

| No | Tim Checkplagiasi | SkorPlagiasi | TTD |
|---|---|---|---|
| 1 | AzizaturRohmah, M.Sc | | |
| 2 | Berry FakhryHanifa, M.Sc | 25% | |
| 3 | BayuAgungPrahardika, M.Si | | |
| 4 | Dr. Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD. Med. Sc | | |

Mengetahui,
Ketua Program StudiBiologi

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

Scanned with CamScanner