

**PENGARUH INDUKSI SINAR GAMMA COBALT-60 TERHADAP  
MORFOLOGI DAN ANATOMI PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume)  
PADA GENERASI KETIGA ASAL EKSPLAN DAUN**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
ELRA RAIQAH PRIHARTONO  
NIM. 200602110001**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2024**

**PENGARUH INDUKSI SINAR GAMMA COBALT-60 TERHADAP  
MORFOLOGI DAN ANATOMI PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume)  
PADA GENERASI KETIGA ASAL EKSPLAN DAUN**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
ELRA RAIQAH PRIHARTONO  
NIM. 200602110001**

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

**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG  
2024**

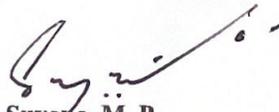
**PENGARUH INDUKSI SINAR GAMMA COBALT-60 TERHADAP  
MORFOLOGI DAN ANATOMI PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume)  
PADA GENERASI KETIGA ASAL EKSPLAN DAUN**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
ELRA RAIQAH PRIHARTONO  
NIM. 200602110001**

**Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji  
Tanggal:**

**Pembimbing I**



**Suvono, M. P  
NIP. 19710622 200312 1 002**

**Pembimbing II**



**Kivah Aha Putra, M. Pd.I  
NIP. 19900425 202321 1 024**

**Mengetahui,  
Ketua Program Studi Biologi**



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

**PENGARUH INDUKSI SINAR GAMMA COBALT-60 TERHADAP  
MORFOLOGI DAN ANATOMI PORANG (*Amorphophallus muelleri* Blume)  
PADA GENERASI KETIGA ASAL EKSPLAN DAUN**

**SKRIPSI**

**Oleh:  
ELRA RAIQAH PRIHARTONO  
NIM. 200602110001**

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

**Ketua Penguji : Didik Wahyudi, M.Si  
NIP. 19860102 201801 1 001  
Anggota Penguji 1 : Ruri Siti Resmisari, M.Si  
NIP. 19790123 202321 2 008  
Anggota Penguji 2 : Suyono, M.P  
NIP. 19710622 200312 1 002  
Anggota Penguji 3 : Kivah Ava Putra, M.Pd.I  
NIP. 19900425 202321 1 024**

(.....)  
(.....)  
(.....)  
(.....)

**Mengesahkan,  
Ketua Program Studi Biologi**



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

## HALAMAN PERSEMBAHAN

*Assalamu'alaikum Wr. Wb.*

*Alhamdulillah*, puji dan syukur dipanjatkan kepada Allah SWT. atas rahmat dan karunia serta hidayah-Nya yang diberikan sehingga skripsi ini dengan judul “Pengaruh Induksi Sinar Gamma Cobalt-60 terhadap Morfologi dan Anatomi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) pada Generasi Ketiga Asal ESksplan Daun” dapat terselesaikan dengan baik. Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW. yang menuntun kepada jalan kebenaran.

Skripsi ini dipersembahkan untuk diri saya sendiri yang telah berjuang keras dan terimakasih karena selalu pantang menyerah dalam menyusun skripsi ini. Namun, dalam proses penyusunan skripsi ini terdapat bantuan beberapa pihak, dengan segala kerendahan hati penulis ingin berterimakasih kepada:

1. Kedua orang tua tersayang, Alm. Trihadi Prihartono dan Rizki Indra Dewi yang selalu memberikan semangat, ketenangan, motivasi, dan do'a yang tidak pernah putus untuk kelancaran penelitian dan menjadi pribadi yang lebih baik.
2. Dosen yang terhormat Bapak Suyono, M.P, Bapak Kivah Aha Putra, M.Pd.I, Ibu Ruri Siti Resmisari, M.Si., dan Bapak Didik Wahyudi, M.Si. yang telah memberikan arahan dan bimbingan untuk skripsi ini.
3. Ibu Lil selaku laboran Lab Kultur Jaringan Tumbuhan dan Hewan yang selalu mewarnai hari-hari di laboratorium.
4. Teman seperjuangan yang saling membantu dan selalu memberikan motivasi dikala susah dan senang diantaranya Fira, Liza, Luthfii, dan teman kelas A.
5. Teman-teman proyek dalam penelitian skripsi ini yaitu Istiana, Rizki, Riska, Sabrina, Devi yang telah berjuang Bersama.

Malang, 03 November 2024

Penulis

### PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Elra Raiqah Prihartono

NIM : 200602110001

Program Studi : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi

Judul Penelitian : Pengaruh Induksi Sinar Gamma Cobalt-60 terhadap

Morfologi dan Anatomi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) pada Generasi Ketiga Asal Eksplan Daun

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa skripsi yang saya tulis murni merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan data, tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri, kecuali dengan mencantumkan sumber kutipan di daftar pustaka. Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini merupakan hasil jiplakan, maka saya siap menerima segala konsekuensi atas perbuatan tersebut.

Malang, 03 November 2024  
Yang membuat pernyataan,



Elra Raiqah Prihartono  
Nim. 200602110001

## **MOTTO**

“Cukuplah Allah menjadi penolong kami dan Allah adalah sebaik-baiknya pelindung”

## **PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI**

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

# **Pengaruh Induksi Sinar Gamma Cobalt-60 terhadap Morfologi dan Anatomi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) pada Generasi Ketiga Asal Eksplan Daun**

Elra Raiqah Prihartono, Suyono, Kivah Aha Putra

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

## **ABSTRAK**

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) memiliki kandungan glukomanan yang dimanfaatkan di berbagai bidang salah satunya di bidang kesehatan, namun memiliki kandungan kristal oksalat yang dapat membahayakan tubuh. Tanaman ini menjadi komoditas ekspor sehingga populasinya semakin berkurang. Rendahnya keanekaragaman genetik menjadi permasalahan utama, oleh karena itu diperlukan pemuliaan tanaman secara inkonvensional menggunakan radiasi sinar gamma cobalt-60 yang diharapkan mampu menghasilkan tanaman unggul dengan tinggi kadar glukomanan dan kristal oksalat yang rendah. Penelitian ini termasuk ke dalam penelitian eksperimental dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) satu faktor menggunakan eksplan daun pada generasi ketiga. Faktor perlakuan terdiri dari 4 dosis radiasi sinar gamma yakni 0 Gy (kontrol), 2 Gy, 4 Gy, 6 Gy yang telah dilakukan sebelumnya pada generasi pertama dengan masing-masing perlakuan terdiri dari 3 kali ulangan. Data kualitatif dianalisis secara deskriptif dan kuantitatif dianalisis menggunakan uji *One-Way* Anova dengan di lanjut uji *Duncan Multiple Range Test* (DMRT) dengan taraf signifikansi 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dosis 2 Gy hingga 6 Gy berpengaruh terhadap karakter morfologi yakni tinggi tanaman, jumlah tunas, panjang daun, dan lebar daun serta memunculkan daun variegata, albino, dan *red-streak*. Dosis 4 Gy dapat meningkatkan kerapatan stomata sedangkan dosis 6 Gy dapat menurunkan kerapatan kristal oksalat. Jenis kristal oksalat yang terlihat yakni rafida, druse, dan stiloid. Iradiasi sinar gamma berpengaruh terhadap morfologi dan anatomi tanaman porang generasi ketiga.

**Kata Kunci:** *Amorphophallus muelleri* Blume, generasi ketiga, tanaman mutan, kristal oksalat, stomata.

**Effect of Cobalt-60 Gamma Ray Induction on Morphology and Anatomy of Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Plants in the Third Generation from Leaf Explants**

Elra Raiqah Prihartono, Suyono, Kivah Aha Putra

Department, Faculty of Science and Technology, State Islamic University Maulana  
Malik Ibrahim Malang

**ABSTRACT**

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) contains glucomannan which is utilized in various fields, one of which is in the health sector, but has oxalate crystals that can harm the body. This plant is an export commodity so that its population is decreasing. Low genetic diversity is the main problem, therefore unconventional plant breeding using cobalt-60 gamma radiation is needed which is expected to produce superior plants with high glucomannan content and low oxalate crystals. This research is included in experimental research with a one-factor Completely Randomized Design (CRD) using leaf explants in the third generation. The treatment factor consisted of 4 doses of gamma radiation namely 0 Gy (control), 2 Gy, 4 Gy, 6 Gy which had been done previously in the first generation with each treatment consisting of 3 replicates. Qualitative data were analyzed descriptively and quantitative data were analyzed using One-Way Anova test with Duncan Multiple Range Test (DMRT) at 5% significance level. The results showed that doses of 2 Gy to 6 Gy had an effect on morphological characters, namely plant height, number of shoots, leaf length, and leaf width and gave rise to variegated, albino, and red-streak leaves. The dose of 4 Gy can increase the density of stomata while the dose of 6 Gy can reduce the density of oxalate crystals. The types of oxalate crystals seen are raffida, druse, and stiloid. Gamma irradiation affects the morphology and anatomy of third-generation porang plants.

Keywords: *Amorphophallus muelleri* Blume, third generation, mutant plants, oxalate crystals, stomata.

تأثير تحريض شعاع جاما كوبالت - 60 على مورفولوجيا وتشريح نبات البورانج (*Amorphophallus muelleri Blume*) في الجيل الثالث من أصل نبات الأوراق

ايلرا رايقة بريهرونو، سويونو، كيبية اها بوترا

برنامج دراسة الأحياء، كلية العلوم والتكنولوجيا، جامعة مولانا مالك إبراهيم الإسلامية الحكومية مالانج

مستخلص البحث

على الغلوكومانان الذي يستخدم في مجالات مختلفة (*Amorphophallus muelleri Blume*) يحتوي نبات البورانج أحدها في القطاع الصحي، ولكنه يحتوي على بلورات الأوكسالات التي يمكن أن تضر بالجسم. يعتبر هذا النبات سلعة تصديرية لذا فإن تعادده أخذ في التناقص. ويعتبر التنوع الوراثي المنخفض هو المشكلة الرئيسية، لذلك هناك حاجة إلى تربية نباتية غير تقليدية باستخدام أشعة جاما كوبالت-60، والتي من المتوقع أن تنتج نباتات متفوقة ذات محتوى عالٍ من الغلوكومانان وبلورات الأوكسالات المنخفضة. تم تضمين هذا البحث في بحث تجريبي بتصميم عشوائي عشوائي بالكامل ذي عامل واحد باستخدام مستنبتات الأوراق في الجيل الثالث. وتألف عامل المعالجة من 4 جرعات من أشعة جاما وهي 0 (جاي) عنصر تحكم، 2 جاي و 4 جاي و 6 جاي والتي سبق أن أجريت في الجيل الأول مع كل معالجة تتكون من 3 مكررات تم تحليل البيانات النوعية بشكل وصفي وتم تحليل البيانات الكمية باستخدام اختبار أنوفا أحادي الاتجاه مع اختبار دنكان عند مستوى دلالة 5%. أظهرت النتائج أن الجرعات من 2 جاي إلى 6 جاي كان لها تأثير على (DMRT) متعدد المدى السمات المورفولوجية وهي ارتفاع النبات وعدد البراعم وطول الورقة وعرضها وأدت إلى ظهور أوراق متنوعة ومبرق وأوراق حمراء متقطعة. يمكن لجرعة 4 غراي أن تزيد من كثافة الثغور بينما يمكن لجرعة 6 غراي أن تقلل من كثافة بلورات الأوكسالات. أنواع بلورات الأوكسالات التي شوهدت هي الرافيدا والدروز والسيتلويد. يؤثر التشعيع بأشعة جاما على مورفولوجيا وتشريح نباتات البورانج من الجيل الثالث.

الجيل الثالث، النباتات الطافرة، بلورات، *Amorphophallus muelleri Blume*: الكلمات المفتاحية  
الأوكسالات، الثغور

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrohmanirrahim*, segala puji dan syukur selalu dipanjatkan kepada Allah SWT. atas rahmat dan karunia-Nya yang telah diberikan sehingga proses pengerjaan skripsi yang berjudul “Pengaruh Induksi Sinar Gamma Cobalt-60 terhadap Morfologi dan Anatomi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) pada Generasi Ketiga Asal Eksplan Daun” dapat berjalan dengan baik. Sholawat serta salam semoga tetap tercurahkan kepada Nabi Muhammad Shalallahu Alaihi Wassalam yang menuntun kepada jalan kebenaran. Skripsi ini dipersembahkan kepada semua pihak yang telah memberikan semangat, dan doa dalam penelitian penulis, khususnya kepada:

1. Prof. Dr. H. Muhammad Zainuddin, M. A selaku Rektor Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
2. Prof. Dr. Sri Hariani, 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. Suyono, M.P dan Kivah Aha Putra, M.Pd.I selaku pembimbing I dan II yang telah membimbing penulis dengan penuh kesabaran dan telah meluangkan waktunya dalam membimbing penulis hingga proses pengerjaan proposal skripsi selesai.
5. Orangtuaku tercinta, Alm. Bapak Trihadi Prihartono dan Ibu Rizki Indra Dewi yang selalu menjadi penguat penulis dalam kelancaran pengerjaan skripsi.

Malang, 03 November 2024

Penulis

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN .....	v
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN .....	vi
HALAMAN MOTTO .....	vii
PEDOMAN PENGGUNAAN SKRIPSI .....	viii
ABSTRAK .....	ix
ABSTRACT.....	x
مستخلص البحث .....	xi
KATA PENGANTAR .....	xii
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR TABEL.....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Hipotesis Penelitian .....	4
1.5 Manfaat Penelitian.....	4
1.6 Batasan Masalah.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Pemuliaan Porang menggunakan Sinar Gamma dalam Perspektif Islam .....	5
2.2 Deskripsi dan Klasifikasi Porang ( <i>Amorphophallus muelleri</i> Blume).....	6
2.3 Kandungan dan Manfaat Porang .....	10
2.4 Pemuliaan Porang di Indonesia .....	11

2.5 Mutasi Buatan.....	12
2.6 Pemuliaan dengan Iradiasi Sinar Gamma Cobalt-60 .....	13
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>16</b>
3.1 Rancangan Penelitian .....	16
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian .....	16
3.3 Variabel Penelitian .....	16
3.4 Alat dan Bahan .....	17
3.4.1 Alat.....	17
3.4.2 Bahan.....	17
3.5 Prosedur Penelitian.....	17
3.5.1 Pembuatan media .....	17
3.5.2 Induksi Tunas dari Eksplan Daun Generasi Ketiga .....	18
3.5.3 Perawatan Kultur.....	18
3.6 Variabel Penelitian .....	18
3.6.1 Karakter Morfologi .....	18
3.5.2 Karakter Anatomi.....	19
3.7 Analisis Data .....	21
3.8 Desain Penelitian .....	23
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>24</b>
4.1 Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma terhadap Morfologi Porang ( <i>Amorphophallus muelleri</i> Blume) Generasi Ketiga dari Eksplan Daun dalam media <i>In Vitro</i> .....	24
4.1.1 Pengaruh Dosis Iradiasi Sinar Gamma terhadap Variasi dan Karakter Mutasi Porang ( <i>Amorphophallus muelleri</i> Blume).....	25
4.2 Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma terhadap Anatomi Porang ( <i>Amorphophallus muelleri</i> Blume) Generasi Ketiga dari Eksplan Daun dalam media <i>In Vitro</i> .....	27
4.2.1 Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma terhadap Karakter Stomata Porang ( <i>Amorphophallus muelleri</i> Blume) Generasi Ketiga dari Eksplan Daun.....	29
4.2.2 Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma terhadap Jenis dan kerapatan Kristal Oksalat .....	29

4.3 Tinjauan Hasil Penelitian dalam Perspektif Al-Qur'an .....	32
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>34</b>
5.1 Kesimpulan.....	34
5.2 Saran.....	34
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>35</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>42</b>

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
4.1. Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma Cobalt-60 terhadap Morfologi Porang ( <i>Amorphophallus muelleri</i> Blume) .....	24
4.2. Karakter Mutasi Porang ( <i>Amorphophallus muelleri</i> Blume) pada Berbagai Dosis Perlakuan Iradiasi Sinar Gamma Cobalt-60 pada Generasi Ketiga .....	25
4.3. Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma terhadap Karakter Stomata Porang ( <i>Amorphophallus muelleri</i> Blume).....	27
4.4. Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma terhadap Kerapatan dan Persentase Sel Tanpa Kristal Oksalat pada Porang ( <i>Amorphophallus muelleri</i> Blume) .....	31

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
2.1. Akar Porang ( <i>Amorphophallus muelleri</i> Blume) .....	7
2.2. Umbi Daun dan Umbi Batang Porang ( <i>Amorphophallus muelleri</i> Blume) .....	7
2.3. Tangkai Porang ( <i>Amorphophallus muelleri</i> Blume) .....	8
2.4. Daun Tanaman Porang ( <i>Amorphophallus muelleri</i> Blume) .....	8
2.5. Bunga Porang ( <i>Amorphophallus muelleri</i> Blume).....	9
2.6. Buah dan Biji Porang ( <i>Amorphophallus muelleri</i> Blume) .....	9
2.7. Mekanisme Sinar Gamma Cobalt-60 .....	14
3.1. Denah Percobaan.....	16
3.2. Alur Desain Penelitian .....	23
4.1. Morfologi Porang ( <i>Amorphophallus muelleri</i> Blume) Generasi Ketiga pada Berbagai Perlakuan .....	27
4.2. Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma terhadap Tipe Stomata pada Porang ( <i>Amorphophallus muelleri</i> Blume) Perbesaran 200x .....	31

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
Lampiran 1. Hasil Analisis SPSS.....	45
Lampiran 2. Foto Penelitian.....	51
Lampiran 3. Kartu Konsultasi.....	52
Lampiran 4. Cek Plagiasi .....	53

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) adalah tanaman yang berasal dari divisi Spermatophyta dan famili Araceae dengan genus *Amorphophallus* (Saleh, 2015). Porang sudah berkembang menjadi komoditas ekspor, hal ini dikarenakan adanya kandungan glukomanan yang tinggi. Glukomanan dimanfaatkan dalam bidang kesehatan yaitu sebagai alternatif diet bagi penderita diabetes melitus tipe 2 dan obesitas. Glukomanan memiliki kemampuan membentuk gel sehingga dapat menginduksi rasa kenyang lebih besar dan memperbaiki kadar glukosa dan respon insulin. Namun, disisi lain tanaman porang memiliki kandungan kalsium oksalat yang apabila dikonsumsi secara berlebih menyebabkan gangguan kesehatan seperti batu ginjal. Sesuatu yang dilakukan secara berlebih tidak disukai Allah, hal ini tertuang di dalam Al-Qur'an surah Al – An'am [06]: 141 sebagai berikut:

وَهُوَ الَّذِي أَنشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَعَيْرَ مَعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أَكْثُهُ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ  
مُتَشَابِهًا وَعَيْرَ مُتَشَابِهٍ ۚ كُلُوا مِنْ ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَآتُوا حَقَّهُ ۖ وَلَا تُسْرِفُوا ۚ إِنَّهُ  
لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ ﴿١٤١﴾

Artinya: “Dan Dia-lah 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 berlebih-lebihan”

Ibn ‘Asyur menjelaskan dari tafsir Al-Mishbah (2002) bahwa makna dari ayat ini menggambarkan betapa besar nikmat Allah SWT dan melarang segala yang dapat melupakan nikmat-nikmatnya. Hanya Allah pula yang menciptakan tanam-tanaman yang bermacam-macam rasa, bentuk, aroma padahal semua tumbuh diatas tanah dan disiram dengan air yang sama. Kata ‘Makanlah sebagian buahnya yang bermacam-macam dan apabila berbuah tunaikanlah sebagian yang lain dari hak nya’ dengan bersedekah kepada yang butuh dan janganlah berlebih-lebihan dalam segala hal. Thahir Ibn Asyur menjelaskan bahwa sikap yang berlebih-lebihan yakni jangan menggunakan

sesuatu atau memberi mauun menerima sesuatu yang bukan miliknya. Hal ini apabila dikaitkan dengan kandungan tanaman porang yaitu kalsium oksalat, bahwa jangan berlebihan dalam mengkonsumsinya merupakan hal yang benar karena dapat menyebabkan masalah kesehatan.

Komoditas ekspor-impor menjadikan keanekaragaman genetik yang rendah pada porang, sehingga diperlukan upaya peningkatan keanekaragaman genetik menggunakan Pemuliaan tanaman. Pemuliaan porang secara konvensional dilakukan dengan membuat persilangan secara *backcross*. Teknik ini digunakan untuk memasukkan sifat dari spesies galur unggul ke dalam spesies pemuliaan yang berbeda dengan tujuan untuk mendapatkan hasil persilangan backcross 1 dengan tetua (Sakya, 2022). Pemuliaan secara inkonvensional dapat dilakukan melalui teknik mutasi buatan. Mutasi buatan terdiri dari perlakuan kimia dan fisika, kolkisin merupakan perlakuan kimia yang sering digunakan sebagai agen mutasi. Perlakuan secara fisika yang paling sering diaplikasikan ke tanaman adalah sinar gamma yang mengakibatkan terhambatnya proses fisiologi dan biologi pada aktivitas enzim sehingga berdampak pada proses kerusakan level molekular (Khan *et al.*, 2000; Lestari, 2021).

Generasi pertama pada porang hasil mutasi sinar gamma menghasilkan karakter tinggi tanaman yang menurun, namun tidak ada perubahan pada karakter morfologi dan anatomi porang. Generasi kedua pada porang hasil mutasi sinar gamma menghasilkan perubahan pada karakter morfologi dan anatomi, seperti pudarnya warna daun hingga menghasilkan *red-streak*. Poerba *et al.* (2009) menyatakan bahwa perlakuan sinar gamma cobalt-60 memberikan perubahan fenotipik pada daun, yakni mutasi klorofil menjadi albino, *white streak*, dan variegata pada dosis 4 Gy.

Pengamatan generasi selanjutnya perlu di buktikan untuk melihat kestabilan mutan hasil induksi sinar gamma. Penelitian Wahyudi *et al.* (2023) pada generasi kedua membuktikan bahwa pemberian iradiasi sinar gamma dengan dosis 6 Gy pada tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) menunjukkan hasil penurunan dari kerapatan kristal oksalat pada kalus dan dosis 2 Gy dapat meningkatkan multiplikasi tunas, jumlah daun, dan tinggi tanaman. Penelitian ini melanjutkan penelitian sebelumnya pada generasi kedua yang berusia 50 hari dengan perlakuan iradiasi

gamma pada beberapa macam dosis dan di subkultur menggunakan eksplan daun hingga menjadi tanaman utuh generasi ketiga. Rohcahyani *et al.* (2022) menyebutkan dalam penelitiannya bahwa tanaman yang diberi perlakuan sinar gamma memiliki kemampuan sel untuk beregenerasi ke sel asal apabila terjadi *diplontic selection* yakni adanya kompetisi antara sel mutan dengan sel aslinya dan memengaruhi laju mutasi suatu tanaman, sehingga penelitian ini bertujuan untuk melihat kestabilan mutasi.

Penelitian induksi mutasi sinar gamma pada tanaman generasi ketiga menunjukkan kestabilan mutasi ditandai dengan karakteristik sel mutan yang menjauhi sifat sel normal. Hal ini sesuai dengan Utama *et al.* (2023) dalam penelitiannya berhasil membuktikan bahwa adanya kestabilan mutan pada anyelir dari generasi pertama hingga ketiga, ditandai dengan warna petal tanaman anyelir yang mengalami mutasi maju pada generasi ketiga secara stabil. Penelitian lain menyebutkan bahwa pada buku batang tanaman kacang hijau generasi ketiga yang diberi iradiasi sinar gamma menghasilkan struktur buku yang lebih kompak dan kuat dibandingkan dengan generasi kedua dan tetua. Struktur yang lebih kompak dapat menciptakan batang yang lebih kokoh (Yanti *et al.*, 2020).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menyeleksi tingkat sel melalui kultur jaringan sehingga pada generasi ketiga diharapkan tumbuh suatu tanaman yang bertotipotensi dari sel-sel yang sudah bermutasi tanpa kalsium oksalat dan menghasilkan tanaman porang tanpa kalsium oksalat.

### **1.2 Rumusan Masalah**

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Apakah induksi mutasi iradiasi sinar gamma cobalt-60 berpengaruh terhadap morfologi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) pada generasi ketiga secara *in vitro*?
2. Apakah induksi mutasi iradiasi sinar gamma cobalt-60 berpengaruh terhadap anatomi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) pada generasi ketiga secara *in vitro*?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh induksi mutasi iradiasi sinar gamma cobalt-60 terhadap morfologi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) pada generasi ketiga secara *in vitro*.
2. Untuk mengetahui pengaruh induksi mutasi iradiasi sinar gamma cobalt-60 terhadap anatomi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) pada generasi ketiga secara *in vitro*.

#### 1.4 Hipotesis Penelitian

Hipotesis penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Iradiasi sinar gamma cobalt-60 memberikan pengaruh terhadap morfologi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) secara *in vitro* pada generasi ketiga.
2. Iradiasi sinar gamma cobalt-60 memberikan pengaruh terhadap anatomi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) secara *in vitro* pada generasi ketiga.

#### 1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan porang dengan kualitas pertumbuhan anatomi dan morfologi lebih meningkat.
2. Menghasilkan porang tanpa kandungan kalsium oksalat.

#### 1.6 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Karakter pertumbuhan yang diamati meliputi tinggi tanaman, jumlah tunas, jumlah daun, lebar daun dan panjang daun.
2. Karakter daun yang diamati meliputi warna daun berdasarkan aplikasi *colour grab* dan profil daun berdasarkan corak pada daun.
3. Karakter stomata yang diamati meliputi panjang stomata, lebar stomata dan bentuk stomata.
4. Tipe kristal oksalat berdasarkan jurnal acuan Chairiyah (2011) dan kerapatan kristal oksalat berdasarkan rumus kerapatan  $\text{CaOx} = \frac{(\sum \text{total kristal CaOx})/5}{\text{Luas bidang pandang (mm}^2\text{)}}$

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Pemuliaan Porang menggunakan Sinar Gamma dalam Perspektif Islam

Tujuan dilakukannya penyinaran gamma cobalt-60 pada pemuliaan porang adalah untuk meningkatkan kualitas tanaman porang dengan meningkatkan pertumbuhan tanaman dan mengurangi kandungan kalsium oksalat pada porang. Dengan berkurangnya kadar kalsium oksalat dalam porang dapat membantu sesama manusia dan menghindari munculnya penyakit dari mengkonsumsi umbi porang dengan kadar kalsium oksalat yang tinggi. Pemuliaan porang untuk membantu sesama manusia merupakan perbuatan yang baik yaitu dengan menggunakan dan mengolah sumber daya yang telah Allah SWT berikan. Hal ini tertuang dalam firman Allah surat At-Taubah [07]:105 yang berbunyi:

وَقُلْ اَعْمَلُوا فَسَيَرَى اللّٰهُ عَمَلَكُمْ وَرَسُولُهُ ۙ وَالْمُؤْمِنُونَ ۗ وَسَتُرَدُّونَ اِلَىٰ عِلْمِ الْغَيْبِ وَالشَّهَادَةِ فَيُنَبِّئُكُمْ  
بِمَا كُنْتُمْ تَعْمَلُونَ ﴿١٠٥﴾

Artinya: “Dan katakanlah, “Bekerjalah kamu, maka Allah akan melihat pekerjaanmu, begitu juga Rasul-Nya dan orang-orang mukmin, dan kamu akan dikembalikan kepada (Allah) Yang Mengetahui yang gaib dan yang nyata, lalu diberitakan-Nya kepada kamu apa yang telah kamu kerjakan”.

Berdasarkan tafsir Al-Mishbah (2005), Thabathaba'i menjelaskan makna dari ayat tersebut berupa seruan Allah SWT kepada Nabi Muhammad dan kaumnya bahwa bekerjalah dengan melakukan amal saleh baik untuk dirimu dan masyarakat umum maka Allah akan melihat dan memberikan penilaian dari setiap perlakuan baik yang dikerjakan. Manusia telah banyak mengalami kerugian dalam hal waktu tanpa diisi oleh kebajikan, oleh karena itu melakukan amal saleh secara terus menerus merupakan perbuatan amal saleh. Hal ini berbanding lurus dengan kegiatan pemuliaan tanaman dengan cahaya radiasi sinar gamma cobalt-60 yang bertujuan untuk menghilangkan kandungan kalsium oksalat demi kemaslahatan masyarakat umum. Allah SWT berfirman di dalam surat Al-Mulk [67]:5 yang berbunyi:

وَلَقَدْ زَيَّنَّا السَّمَاءَ الدُّنْيَا بِمَصَابِيحَ وَجَعَلْنَاهَا رُجُومًا لِّلشَّيْطٰنِ ۙ وَاعْتَدْنَا لَهُم عَذَابَ السَّعِيرِ ﴿٥﴾

Artinya: “Dan, sungguh telah Kami hiasi langit yang dekat, dengan bintang-bintang dan Kami jadikan (bintang-bintang itu) sebagai alat pelempar setan, dan Kami sediakan bagi mereka azab neraka yang menyala-nyala”.

Makna ayat diatas berdasarkan tafsir Ath-Thabari (2007), kata *وَلَقَدْ زَيَّنَّا السَّمَاءَ الدُّنْيَا بِمَصَابِيحَ*

“Dan, sungguh telah Kami hiasi langit yang dekat dengan bintang-bintang” Allah SWT menggambarkan bintang-bintang sebagai *بِمَصَابِيحَ* sebagai lampu yang dapat menerangi kegelapan. Yazid, melalui Sa’id menjelaskan bahwa Allah SWT menciptakan bintang-bintang untuk tiga tujuan yaitu sebagai perhiasan yang menghiasi langit, sebagai alat pelempar setan, dan sebagai petunjuk. Hal ini menunjukkan bahwa suatu cahaya dapat memberikan petunjuk baik kepada manusia seperti halnya dengan sinar gamma. Hal ini tersirat di dalam Al-Qur’an surat Al-Baqarah [02]:261 yang berbunyi:

مَثَلُ الَّذِينَ يُنْفِقُونَ أَمْوَالَهُمْ فِي سَبِيلِ اللَّهِ كَمَثَلِ حَبَّةٍ أَنْ بَتَّتْ سَبْعَ سَنَابِلَ فِي كُلِّ سُنَّةٍ مِائَةٌ مِائَةٌ حَبَّةٍ  
 وَاللَّهُ يُضْعِفُ لِمَنْ يَشَاءُ ۗ وَاللَّهُ وَاسِعٌ عَلِيمٌ ﴿١٦١﴾

Artinya: “Perumpamaan orang yang menginfakkan hartanya di jalan Allah seperti sebutir biji yang menumbuhkan tujuh tangkai, pada setiap tangkai ada seratus biji. Allah melipatgandakan bagi siapa yang Dia kehendaki, dan Allah Maha Luas, Maha Mengetahui”.

Syabib bin Basyar dalam tafsir Ibnu Katsir (2003) menjelaskan bahwa perumpamaan tersebut lebih baik dan menyentuh jiwa daripada penyebutan bilangan 700 kali lipat, dikarenakan perumpamaan tersebut mengandung isyarat bahwa pahala amal shalih dikembangkan oleh Allah sebagaimana tumbuh-tumbuhan yang dapat tumbuh subur bagi orang yang menanamnya di tanah yang subur. Hal ini menjadi pertanda bahwa pemuliaan porang dengan tujuan yang baik untuk kemaslahatan manusia dapat dikatakan sebagai jihad dan sedeqah di jalan Allah SWT.

## 2.2 Deskripsi dan Klasifikasi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

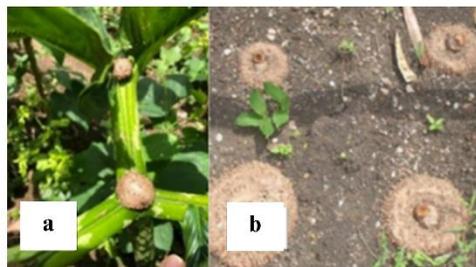
*Amorphophallus muelleri* Blume berasal dari Kepulauan Andaman India, dan menyebar ke Myanmar, Thailand, lalu Indonesia (Afzifah *et al.*, 2014). *Amorphophallus muelleri* Blume termasuk ke dalam triploid dengan bercirikan adanya bulbil dan memiliki 39 pasangan kromosom untuk mendukung perbanyakan vegetatif (Zhao *et al.*, 2010). Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) termasuk ke dalam tumbuhan monokotil ditandai dengan akar yang serabut dan berbiji tunggal.

Akar porang termasuk akar serabut yang muncul dari atas umbi dan memanjang secara horizontal dan warna dari akar porang adalah putih. Akar tanaman porang berasal dari kulit umbi dan menutupi umbi (Saleh *et al.*, 2015). Karakteristik akar yang baik dapat dilihat dari volume akar yang besar, hal ini membantu tanaman dalam penyerapan air lebih banyak dan bertahan dalam keadaan yang kering air (Gambar 2.1) (Nio & Torey, 2013).



**Gambar 2.1 Akar porang** (Afifah *et al.*, 2014; Dokumentasi Pribadi, 2024).

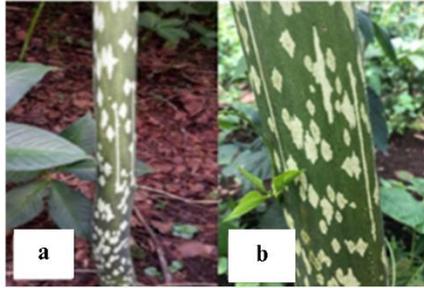
Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) memiliki umbi pada pangkal batang yang membengkak sebagai penyimpan nutrisi. Ciri khas dari porang yang membedakan dari jenis *Amorphophallus* lainnya adalah umbi yang muncul di bagian atas tangkai daun (Gambar 2.2a) (Nikmah *et al.*, 2016). Umbi porang mempunyai ukuran yang bervariasi tergantung masa pertumbuhan dan umur tanaman (Jansen *et al.*, 1996; Sumarwoto, 2005). Ciri dari umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) yakni berwarna cokelat muda dengan tekstur halus hingga kasar (Gambar 2.2b).



**Gambar 2.2 (a) Umbi daun (b) Umbi batang** (Dokumentasi Pribadi, 2024; Zhao *et al.*, 2010).

Tangkai pada tanaman porang memiliki ciri-ciri warna hijau dengan corak putih kehijauan. Spesies *Amorphophallus muelleri* Blume pada umumnya memiliki bercak berwarna putih atau krem dibagian tengah dan atas tangkai daun sedangkan bercak

merah muda, keabu-abuan, dan kehijauan berada di bagian bawah tangkai daun (Gambar 2.3) (Sugiyama & Santosa, 2008).



**Gambar 2.3 Tangkai porang** (Nugrahaeni *et al.*, 2021; Dokumentasi Pribadi, 2024).

Daun *Amorphophallus* memiliki ciri daun yang berkelompok apabila sudah berkembang menjadi daun besar. Tipe daun dari tanaman porang memiliki tipe majemuk menjari, dengan warna yang beragam yakni hijau cerah hingga hijau gelap. Sulistiyo *et al.* (2015) dalam penelitiannya menyebutkan bahwa adanya perbedaan warna daun disebabkan adanya kadar kloroplas yang berbeda diantara daun tanaman porang. Warna hijau tua disebabkan adanya sedikit naungan dari pohon, misalnya pohon *Tectona grandis* dalam jumlah sedikit sedangkan warna hijau kekuningan dipengaruhi intensitas cahaya matahari dalam jumlah yang besar. Warna hijau muda disebabkan sedikitnya intensitas cahaya matahari, hal ini dikarenakan porang tumbuh diantara naungan (Gambar 2.4). Pertumbuhan daun porang dapat dibantu dengan cadangan karbohidrat yang terdapat pada umbi yang baru tumbuh (Sugiyama & Santosa, 2008).



**Gambar 2.4 Daun Porang** (Lizawati *et al.*, 2023).

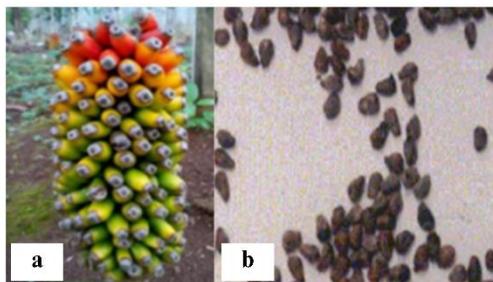
Bunga porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) berbunga pada tahun keempat setelah penanaman benih atau umbi (Sumarwoto, 2005). Namun biasanya kuncup bunga dibuang untuk mempertahankan produksi glukomanan yang tinggi sehingga

tanaman ini jarang berbunga di lahan. Bunga pada tanaman porang berwarna merah muda atau krem (Gambar 2.5) (Santosa *et al.*, 2018).



**Gambar 2.5 Bunga porang** (Santosa *et al.*, 2018).

Buah porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) termasuk ke dalam buah majemuk dan berdaging dengan warna hijau saat muda dan orange-merah saat memasuki fase matang. Bentuk buah adalah lonjong dan meruncing ke arah pangkal, selain itu umur buah sampai matang berkisar 8 hingga 9 bulan dari mulai pembungaan (Gambar 2.6a). Biji termasuk ke dalam monokotil dengan ukuran biji sekitar 0,3-0,6 cm dan panjang 0,5-0,9 cm (Sugiyama & Santosa, 2008). Biji memiliki warna kehitaman tergantung dari tingkat kematangan (Gambar 2.6b) (Sumarwoto, 2005).



**2.6 (a) Buah porang; (b) Biji porang** (Hidayah *et al.*, 2018; Sumarwoto, 2005)

Klasifikasi tanaman porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) menurut Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian tahun 2015 dalam Naufali & Putri (2022) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae

Divisi : Spermatophyta

Kelas : Liliopsida

Ordo : Arales

Famili : Araceae

Genus : *Amorphophallus*

Spesies : *Amorphophallus muelleri* Blume.

### 2.3 Kandungan dan Manfaat Porang

Umbi dari *Amorphophallus* dapat dimakan dan memiliki glukomanan yang tinggi. Serat yang terkandung di dalam porang bersifat tidak beracun, biokompatibilitas, dan hidrofisilitas sehingga menguntungkan apabila di konsumsi oleh manusia (Shi *et al.*, 2020). Serat glukomanan merupakan molekul yang kaya akan gugus hidroksil sehingga mudah larut dalam air dan mempengaruhi viskositas menjadi tinggi. Selain itu, serat glukomanan bersifat hidrokoloid kental yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan makanan, obat-obatan, dan perindustrian (Impaprasert *et al.*, 2020).

Glukomanan banyak di produksi sebagai tepung porang dan di distribusikan ke luar negeri, seperti Jepang untuk pembuatan mie *shirataki* dan *konyaku*. Hal ini dikarenakan kandungan glukomanan yang berasal dari *Amorphophallus* memiliki kemampuan membentuk gel yang kuat, elastis, dan menghasilkan larutan kental (Tester & Al-Ghazzewi, 2017). Glukomanan memiliki berat molekul yang tinggi, berkisar antara 200-2000 kDa (Khanna, 2003; Tester & Al-Ghazzewi, 2017). Selain itu, glukomanan pada porang yang tinggi karbohidrat memiliki dampak yang baik untuk diet dan penderita diabetes melitus dalam mengurangi glukosa dalam darah.

Diet tinggi serat dapat merangsang usus dan mengurangi kecenderungan sembelit, hal ini dipengaruhi dari serat glukomanan yang memiliki kemampuan pembentuk gel yang kental sehingga mengurangi rasa lapar. Polisakarida dari glukomanan dapat menurunkan waktu turunnya feses (Suwannaporn *et al.*, 2013; Tester & Al-Ghazzewi, 2017). Otoritas Keamanan Pangan Eropa (EFSA, 2010) menyetujui bahwa glukomanan dapat menurunkan berat badan, dengan menyatakan bahwa setidaknya 3 gram glukomanan harus dikonsumsi setiap hari dalam 3 dosis masing-masing 1 gram dengan segelas air sebelum makan. Wang *et al.* (2019) menyebutkan bahwa glukomanan tidak dapat di hidrolisis oleh enzim pencernaan di saluran bagian atas,

namun dapat terdegradasi oleh  $\beta$ -mannanase yang diproduksi oleh mikroflora kolon yang membawa langsung ke usus besar.

Kandungan dari porang selain glukomanan yaitu kalsium oksalat. Salah satu alasan mengapa porang jarang dikonsumsi secara langsung dikarenakan adanya kalsium oksalat penyebab rasa gatal pada mulut dan berbahaya bagi kesehatan apabila dikonsumsi secara berlebihan. Kalsium oksalat merupakan senyawa anti nutrisi dan tidak larut dalam air yang dapat mengiritasi kulit dan berbahaya bagi kesehatan ginjal (Sarifudin *et al.*, 2022). Kandungan kalsium oksalat dalam porang cukup tinggi yakni 0,19 dengan berbentuk kristal kalsium oksalat (Sumartini *et al.*, 2023). Kristal kalsium oksalat adalah suatu produk dari metabolisme sel yang sudah tidak digunakan oleh tanaman atau suatu deposit dari seluruh proses eliminasi zat-zat anorganik tanaman (Susanti, 2014).

#### **2.4 Pemuliaan Porang di Indonesia**

Pemuliaan tanaman merupakan proses perakitan varietas tanaman untuk meningkatkan variasi genetik yang unggul sehingga dapat beradaptasi lebih baik terhadap kebutuhan manusia dengan memanfaatkan variasi genetik yang tersedia (Bhargava *et al.*, 2019). Langkah awal dalam pemuliaan tanaman dengan menyeleksi varietas baik dari populasi campuran, hal ini penting untuk menunjang keberhasilan pemuliaan tanaman (Wang *et al.*, 2020). Teknik pemuliaan tanaman terbagi menjadi 2 yakni konvensional dan inkonvensional.

Pemuliaan tanaman secara konvensional dengan persilangan antara varietas yang sudah diidentifikasi sifat genetiknya (Lestari, 2016). Perbaikan genetik secara generatif yakni melalui biji yang bersifat apomiksis sehingga tanaman menghasilkan keturunan yang identik dengan induknya tanpa mengalami rekombinasi genetik. Selain itu, perkembangan biji dari tanaman *Amorphophallus muelleri* Blume mulai dari berbunga hingga pemasakan biji membutuhkan waktu yang cukup lama yakni, 12 bulan (Santosa *et al.*, 2016). Kendala lain dalam pemuliaan konvensional adalah lamanya waktu yang dibutuhkan.

Teknik *backcross* merupakan teknik persilangan antara 2 aksesori yang berbeda untuk menghasilkan variasi unggul. Persilangan *backcross* pada tanaman telah banyak

diaplikasikan untuk memasukkan sifat unggul suatu spesies ke dalam spesies pemuliaan yang berbeda (Cao *et al.*, 2020). Namun, kekurangan dari teknik ini adalah lamanya waktu yang dibutuhkan disebabkan harus menyilangkan kembali keturunannya dengan salah satu tetua selama beberapa generasi dengan tujuan untuk mewarisi gen (Sakya *et al.*, 2022). Oleh karena itu, pemuliaan tanaman secara konvensional pada *Amorphophallus muelleri* Blume tidak efektif.

Pemuliaan tanaman secara inkonvensional dengan mutasi buatan terdiri dari mutagen kimia dan mutagen fisika. Mutagen kimia yang digunakan meliputi kolkisin, EMS, dan oryzalin sedangkan mutagen fisika antara lain sinar x, sinar beta, dan sinar gamma. Sinar gamma cobalt-60 merupakan mutagen fisika yang sering digunakan dalam pemuliaan tanaman, hal ini disebabkan oleh pancaran radioaktif dengan panjang gelombang yang pendek sehingga menghasilkan energi yang besar dan kuat untuk penetrasi ke jaringan tumbuhan (Oladosu *et al.*, 2016). Tahapan dalam pemuliaan tanaman melalui mutasi mencakup 1) Induksi mutasi untuk memperoleh populasi keragaman genetik tinggi, 2) Seleksi karakter genetik yang dibutuhkan, uji daya hasil pendahuluan, uji daya hasil lanjut, uji multilokasi, 3) Pelepasan varietas unggul baru (Hase *et al.*, 2009; Lestari, 2021).

Pengembangan tanaman porang secara konvensional tidak mudah dilakukan hal ini dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kurangnya lahan pertanian, pertumbuhan tanaman porang yang cukup lama berkisar 1 tahun untuk proses panen, dan terbatasnya plasma nutfah (Rahayuningsih, 2020). Oleh sebab itu, penelitian secara inkonvensional banyak dilakukan dan efektif menghasilkan perubahan genetik. Penelitian Poerba *et al.* (2009) terkait induksi mutasi kultur *in vitro* dengan iradiasi sinar gamma pada porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) menghasilkan perubahan fenotipik ditandai dengan adanya mutasi klorofil pada daun menjadi albino, *white streak*, atau variegata pada dosis 4 Gy. Selain itu, Santosa *et al.* (2014) menyebutkan dalam penelitiannya bahwa pengaruh iradiasi sinar gamma cobalt-60 pada dosis 10 Gy berpengaruh nyata terhadap perkecambahan benih yang terus meningkat dari 6 MST hingga 14 MST.

## **2.5 Mutasi Buatan**

Pemuliaan tanaman dengan mutasi buatan merupakan salah satu cara yang efektif dilakukan untuk mencegah keterbatasan plasma nutfah yang ada di Indonesia. Oleh karena itu, penggunaan mutasi buatan menjadi alternatif yang dapat dilakukan dalam pemuliaan tanaman. Mutasi yang dilakukan dapat menyebabkan tekanan selektif pada sifat yang dipilih, memungkinkan pemilihan sifat dengan kualitas yang lebih baik (Sari *et al.*, 2023). Mutasi yang diinduksi bermanfaat untuk memperbaiki tanaman utama seperti gandum, beras, porang, dan kacang tanah (Ahloowalia & Maluszynski, 2001).

Berdasarkan jenis mutagen yang dapat dilakukan, mutasi buatan dikelompokkan menjadi mutagen kimia dan fisika. Mutagen kimia adalah senyawa kimia yang berperan sebagai agen untuk induksi mutasi antara lain adalah EMS, kolkisin, dan oryzalin. EMS efektif untuk memicu perubahan pasangan basa pada DNA sehingga menyebabkan aneuploidi (Lestari, 2021). Senyawa kimia lain yang sering digunakan untuk induksi mutasi yakni kolkisin yang berperan sebagai anti mitotik sehingga mencegah terjadinya pembelahan sel (Della *et al.*, 2015).

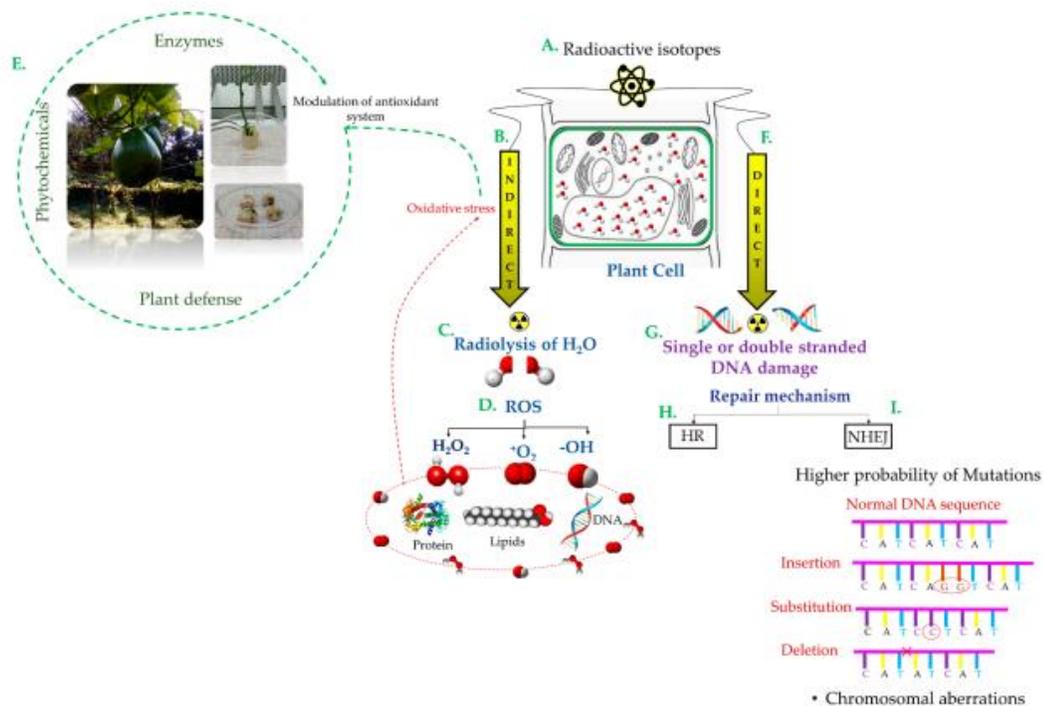
Mutagen fisika yang dapat diaplikasikan untuk induksi mutasi yaitu sinar gamma, sinar-X, dan sinar beta. Sinar gamma menjadi senyawa yang paling sering diaplikasikan pada tanaman dikarenakan panjang gelombang yang dihasilkan pendek dibandingkan dengan sinar-X (Koentjoro, 2017). Hal ini menghasilkan energi yang lebih kuat dan besar (Harsanti & Yulinar, 2016). Selain itu sinar gamma memiliki tingkat akurasi yang lebih tinggi dengan daya serap kuat terhadap bahan biologis tanaman dan memiliki kemampuan mengionisasi molekul yang dilaluinya (Due *et al.*, 2019).

## **2.6 Pemuliaan Tanaman dengan Iradiasi Sinar Gamma Cobalt-60**

Radiasi sinar gamma cobalt-60 merupakan mutagen fisik yang sering diaplikasikan sebagai agen pemuliaan tanaman. Sinar gamma cobalt-60 menginduksi sel tanaman agar terjadi mutasi genetik dengan dua metode, yakni secara tidak langsung dan langsung. Secara tidak langsung melalui radiolisis air dan menghasilkan oksigen reaktif, senyawa tersebut dapat mengubah struktur DNA dan protein. Dengan meningkatnya senyawa tersebut dapat memicu terjadinya stres oksidatif yang berpengaruh terhadap pertahanan dari tanaman yang dimodulasikan oleh beberapa

enzim seperti peroksidase, askorbat peroksidase, superoksida dismutase, dan glutathione reduktase (Riviello-Flores *et al.*, 2022).

Mekanisme secara langsung yaitu dengan memancarkan elektron pada struktur ikatan kimia DNA hal ini menyebabkan kerusakan pada DNA (Azzam *et al.*, 2012). Penggunaan mutagen fisik lebih disarankan daripada mutagen kimia karena ramah lingkungan dan memiliki frekuensi yang tinggi untuk mutasi. Selain itu, tingkat akurasi lebih tinggi dibandingkan mutagen lainnya dan mampu mengionisasi molekul yang dilewatinya (Roux *et al.*, 2004; Due *et al.*, 2019). Banyak penelitian yang menyebutkan bahwa penggunaan sinar gamma cobalt-60 dapat merubah morfologi dan genetik dari suatu tanaman.



**Gambar 2.7 Mekanisme sinar gamma cobalt-60** (Riviello-Flores *et al.*, 2022)

Zanzibar *et al.* (2021) menyatakan bahwa pengaruh dari dosis yang rendah pada sinar gamma cobalt-60 dapat merangsang perkecambahan benih secara cepat dengan meningkatkan aktivitas enzim, pembelahan sel, dan pertumbuhan bibit. Penelitiannya bertujuan untuk meningkatkan penurunan vigor benih suren dan setelah penginduksian sinar gamma cobalt-60 dengan dosis kurang dari 40 Gy efektif untuk meningkatkan

viabilitas rendah pada vigot benih suren. Penelitian Harsanti & Yulidar (2016) menyebutkan bahwa tanaman kedelai dengan pemberian dosis 300 Gy dan 400 Gy menghasilkan tanaman kedelai yang tahan terhadap naungan dibandingkan yang tanpa perlakuan.

Katiyar *et al.* (2022) menyebutkan dalam penelitian Bhoi *et al.* (2022) bahwa sinar gamma 40 Gy pada tanaman *Saccharum officinarum* dan *Solanum tuberosum* memberikan hasil yang sifat yang tahan terhadap virus salah satunya virus mosaik tebu. Poerba *et al.* (2009) juga menyebutkan bahwa hasil penelitian pada porang dengan induksi sinar gamma cobalt-60 dengan dosis 4 Gy menghasilkan perubahan fenotipik dengan adanya mutasi klorofil pada daun menjadi albino, white streak, atau variegata. Handini *et al.* (2021) menyatakan bahwa pengaruh iradiasi sinar gamma cobalt-60 berpengaruh terhadap kerapatan dan lebar celah minimum stomata pada dosis 15 Gy – 30 Gy.

### **BAB III**

#### **METODE PENELITIAN**

##### **3.1 Rancangan Penelitian**

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimental menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor terdiri dari 4 perlakuan (0 Gy/kontrol, 2 Gy, 4 Gy, 6 Gy). Setiap perlakuan terdiri dari 3 ulangan dengan jumlah total perlakuan 4 perlakuan x 3 ulangan yaitu 12 unit dan setiap unit terdiri dari 3 eksplan sehingga terdapat 36 eksplan daun porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) generasi ketiga (Gambar 3.1).

<b>G0<sub>4</sub></b>	<b>G2<sub>4</sub></b>	<b>G1<sub>2</sub></b>	<b>G3<sub>4</sub></b>
<b>G1<sub>3</sub></b>	<b>G2<sub>1</sub></b>	<b>G4<sub>4</sub></b>	<b>G2<sub>3</sub></b>
<b>G4<sub>2</sub></b>	<b>G3<sub>3</sub></b>	<b>G4<sub>3</sub></b>	<b>G0<sub>3</sub></b>

**Gambar 3.1 Denah percobaan**

##### **Keterangan :**

G0<sub>4</sub> = Radiasi cobalt-60 dengan dosis 0 Gy ulangan ke-4

G2<sub>4</sub> = Radiasi cobalt-60 dengan dosis 4 Gy ulangan ke-4

G1<sub>2</sub> = Radiasi cobalt-60 dengan dosis 2 Gy ulangan ke-2

##### **3.2 Waktu dan Tempat Penelitian**

Iradiasi sinar gamma cobalt-60 terhadap porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) sesuai perlakuan sudah dilakukan oleh peneliti sebelumnya (Belina, 2023) di Badan Tenaga Atom Nasional (BATAN) Jakarta, Balai Iradiasi Elektromekanik dan Instrumen Gedung No.40 A, Cilandak, Jakarta Selatan. Selanjutnya penanaman hasil mutan generasi ketiga dilakukan mulai bulan Januari sampai dengan April 2024 di Laboratorium Kultur Jaringan Tumbuhan Prodi Biologi Fakultas Saintek Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

##### **3.3 Variabel Penelitian**

Variabel penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variabel bebas pada penelitian ini yaitu dosis radiasi gamma yang diberikan.

2. Variabel terikat pada penelitian ini yaitu karakter morfologi meliputi tinggi tanaman, jumlah tunas, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, warna daun dan karakter anatomi yakni panjang stomata, lebar stomata, bentuk stomata, kerapatan stomata, kerapatan kristal oksalat, jenis kristal oksalat dan persentase sel tanpa kristal oksalat
3. Variabel terkendali dari penelitian ini adalah media *Murashige and Skoog* (MS), cahaya, pH, suhu inkubasi.

### **3.4 Alat dan Bahan**

#### **3.4.1 Alat**

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini meliputi botol kultur, inkubator, botol vial 5 ml, pipet kaca, scalpel, autoclave, microwave oven, pH meter, neraca analitik, laminar air flow, microscope inverted, silet goal, beaker glass 1000 ml, pipet volume, korek api, pinset, rak kultur, lampu penyinaran, hotplate stirrer, magnetic stirrer bar, bunsen, penggaris, cawan petri, irradiator gamma chamber 4000A, objek glass, cover glass, surgical blade no.22.

#### **3.4.2 Bahan**

Bahan-bahan yang digunakan yakni *Murashige and Skoog* (MS), BA, sukrosa (gula pasir), spirtus, kertas label, tissue, plastik, karet gelang, alkohol 70%, aluminium foil, aquadest, betadine, alkohol 96%, eksplan tunas 50 HST, kutek bening, selotip, NaOH 5%, Etanol 100%, Sodium Hipoklorit 12%.

### **3.5 Prosedur Penelitian**

#### **3.5.1 Pembuatan media**

Pembuatan media dilakukan dengan menimbang 30 g gula (sukrosa), 10 g agar denan neraca analitik. Selanjutnya disiapkan aquades 100 ml kemudian media *Murashige and Skoog* (MS) serta gula dimasukkan ke dalam aquades dan dihomogenkan pada hotplate stirrer dan magnetic stirrer bar. Apabila sudah homogen benzyl adenin (BA) dengan konsentrasi 2 mg/l (20 ml) ditambahkan ke dalam aquades, setelah itu diukur nilai pH dengan pH meter pada kisaran 5,8-6. pH diatas 6 ditetesi larutan HCL untuk menurunkan pH, sedangkan pH dibawah 5,8 ditetesi larutan NaOH. Apabila pH sudah sesuai, maka ditambah agar 10 g kemudian di homogenkan. Tahap

selanjutnya, yakni di media dimasukkan ke dalam microwave selama 7 menit dan jika sudah, segera media dituang ke dalam botol kultur sebanyak 12,5 ml dan botol ditutup dan diikat dengan karet dan plastik tahan panas. Alat diseksi (scalpel, pinset, blade) dicuci hingga bersih dan dilapisi atau dibungkus dengan aluminium foil kemudian diikat dengan plastik dan karet tahan panas. Tahap terakhir adalah larutan media dan alat diseksi dimasukkan ke dalam autoklaf dengan suhu 121°C selama 2 jam.

### **3.5.2 Induksi Tunas dari Eksplan Daun Generasi Ketiga**

Eksplan porang yang berasal dari induk yang sama di subkultur di dalam botol kultur berisi masing-masing 3 tunas daun berukuran 1 cm. Subkultur dilakukan di *Laminar Air Flow* (LAF) yang sebelumnya telah di semprot alkohol 70% dan disinari sinar UV selama 30 menit untuk memperkecil kontaminasi serta menjaga kesterilan kondisi. Media yang digunakan adalah *Murashige and Skoog* (MS) dengan penambahan 2 mg/l *Benzyladenine* (BA). Eksplan yang sudah di subkultur ditumbuhkan sampai umur 30 HST.

### **3.5.3 Perawatan Kultur**

Perawatan ruang kultur dilakukan sesudah inisiasi tanaman, kemudian botol kultur porang ditempatkan pada rak kultur di dalam ruangan steril dengan suhu lingkungan 21°C dan diberikan cahaya selama 24 jam. Diamati porang setiap hari untuk melihat pertumbuhan pada porang (*Amorphophallus muelleri* Blume).

## **3.6 Variabel Penelitian**

### **3.6.1 Karakter Morfologi**

Karakter morfologi yang diamati antara lain adalah tinggi tanaman, jumlah tunas, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, dan warna daun.

#### **1. Tinggi Tanaman (cm)**

Pengamatan pada penelitian dilakukan dengan cara mengukur tinggi tanaman dengan penggaris satuan cm dari pangkal hingga ujung tanaman. Pengamatan tinggi tunas dilakukan pada tanaman yang berumur 50 HST.

#### **2. Jumlah Tunas**

Pengamatan pada penelitian dilakukan dengan cara menghitung jumlah tunas yang tumbuh pada setiap perlakuan di hari akhir pengamatan pada tanaman yang berumur 50 HST. Pengamatan dilakukan pada tunas dengan tinggi  $\geq 0,5$  cm.

### **3. Panjang daun**

Pengamatan pada penelitian dilakukan dengan cara mengukur tanaman yang berumur 50 HST dengan penggaris satuan cm pada seluruh daun kemudian dirata-rata kan.

### **4. Lebar daun**

Pengamatan pada penelitian dilakukan dengan cara mengukur daun dari tanaman yang berumur 50 HST menggunakan penggaris kemudian dirata-rata kan.

### **5. Warna daun**

Pengamatan pada penelitian dilakukan dengan cara mengamati tanaman yang berumur 50 HST dan dibandingkan menggunakan *Color Grab*.

### **6. Karakter daun**

Pengamatan pada penelitian dilakukan dengan cara mengamati warna mutasi dari karakter daun yang berumur 50 HST.

#### **3.6.2 Karakter Anatomi**

Karakter anatomi yang diamati antara lain adalah jumlah stomata, panjang stomata, bentuk stomata, kerapatan stomata, kerapatan kristal oksalat dan jenis kristal oksalat.

#### **1. Pembuatan Preparat Stomata**

Dibersihkan bagian bawah daun menggunakan tissue untuk menghilangkan kotoran, selanjutnya bagian tersebut di olesi kutek dan dibiarkan selama 10 menit. Apabila olesan sudah kering maka ditempel solatip bening dan diratakan, kemudian dilepaskan secara perlahan dan diletakkan pada objek glass. Pada objek glass diberi keterangan dosis tanaman. Langkah selanjutnya dilakukan pengamatan stomata perulangan menggunakan mikroskop perbesaran 100x.

##### **a) Rata-Rata Stomata**

Rata-rata stomata tiap perlakuan diambil 5 ulangan, dan dianalisis rata-rata menggunakan rumus.

$$\text{Rata-rata Stomata} = \frac{S1+S2+S3+\dots+S_n}{n}$$

**b) Panjang stomata**

Stomata untuk setiap perlakuan dilakukan perbesaran 200x dan diambil 5 ulangan yang diukur panjangnya menggunakan software imageJ yang sudah dikalibrasikan sesuai perbesaran 200x.

**c) Lebar stomata**

Stomata untuk setiap perlakuan dilakukan perbesaran 200x diambil 5 ulangan yang diukur lebarnya menggunakan software imageJ yang sebelumnya telah dikalibrasikan sesuai perbesaran 200x.

**d) Bentuk stomata**

Diambil salah satu stomata untuk setiap perlakuan sebagai perwakilan dari tiap perlakuan kemudian dibandingkan dengan literatur yang dijadikan panduan, kemudian dicatat.

**e) Kerapatan Stomata**

Pengukuran kerapatan stomata per bidang pandang mikroskop dalam mm<sup>2</sup> didapat melalui perhitungan dengan luas bidang (Karubuy *et al.*, 2018), yakni:

$$\text{Kerapatan Stomata} = \frac{\text{Jumlah Stomata}}{\text{Luas bidang pandang}}$$

$$\text{Luas Bidang Pandang} = p \times l$$

Keterangan:

S1 : Stomata 1

S2 : Stomata 2

S3 : Stomata 3

S<sub>n</sub> : Stomata jumlah ke-n

LBP : Luas Bidang Pandang 100x (0,038978 mm<sup>2</sup>)

**2. Pengamatan Kristal Oksalat secara Mikroskopik**

Pembuatan preparat kristal oksalat menggunakan metode penjernihan jaringan (*clearing*) Ilarsan et al., (2001) dalam Chairiyah (2011) menyatakan bahwa langkah pertama dengan mengambil bagian umbi porang masing-masing perlakuan sebanyak 5 ulangan untuk dibuat preparat. Jaringan diiris tipis menggunakan silet goal. Tiap irisan dari semua perlakuan direndam NaOH 5% di botol via 5 ml dan diberi label sesuai dosis perlakuan, kemudian diinkubasi dalam incubator suhu 37°C selama 24 jam. Langkah selanjutnya direndam sodium hipoklorit 12% 1 ml selama 1 jam kemudian irisan jaringan dicuci menggunakan aquades dan direndam etanol dengan beragam konsentrasi yakni 30%, 50%, 70%, dan 80% selama 15 menit. Tahap terakhir etanol konsentrasi 100% selama 10 menit. Apabila perendaman telah selesai, letakkan irisan di objek glass lalu ditutup cover glass kemudian diolesi minyak imersi.

#### a) Kerapatan Kristal Oksalat

Jumlah kristal oksalat dihitung pada 5 bidang pandang pada setiap preparat dengan menggunakan imageJ. Berdasarkan Chairiyah (2011) kerapatan dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Kerapatan CaOx} = \frac{(\sum \text{total kristal CaOx})/5}{\text{Luas bidang pandang (mm}^2\text{)}}$$

Luas bidang pandang 200x = 0,19625 mm<sup>2</sup>

#### b) Jenis Kristal Oksalat

Setiap perlakuan jenis kristal oksalat diamati secara menyeluruh dan dibandingkan dengan literatur Chairiyah (2011) yang dijadikan sebagai pedoman lalu dicatat.

#### c) Persentase Sel tanpa Kristal Oksalat

Persentase sel dihitung pada perbesaran 200x menggunakan rumus:

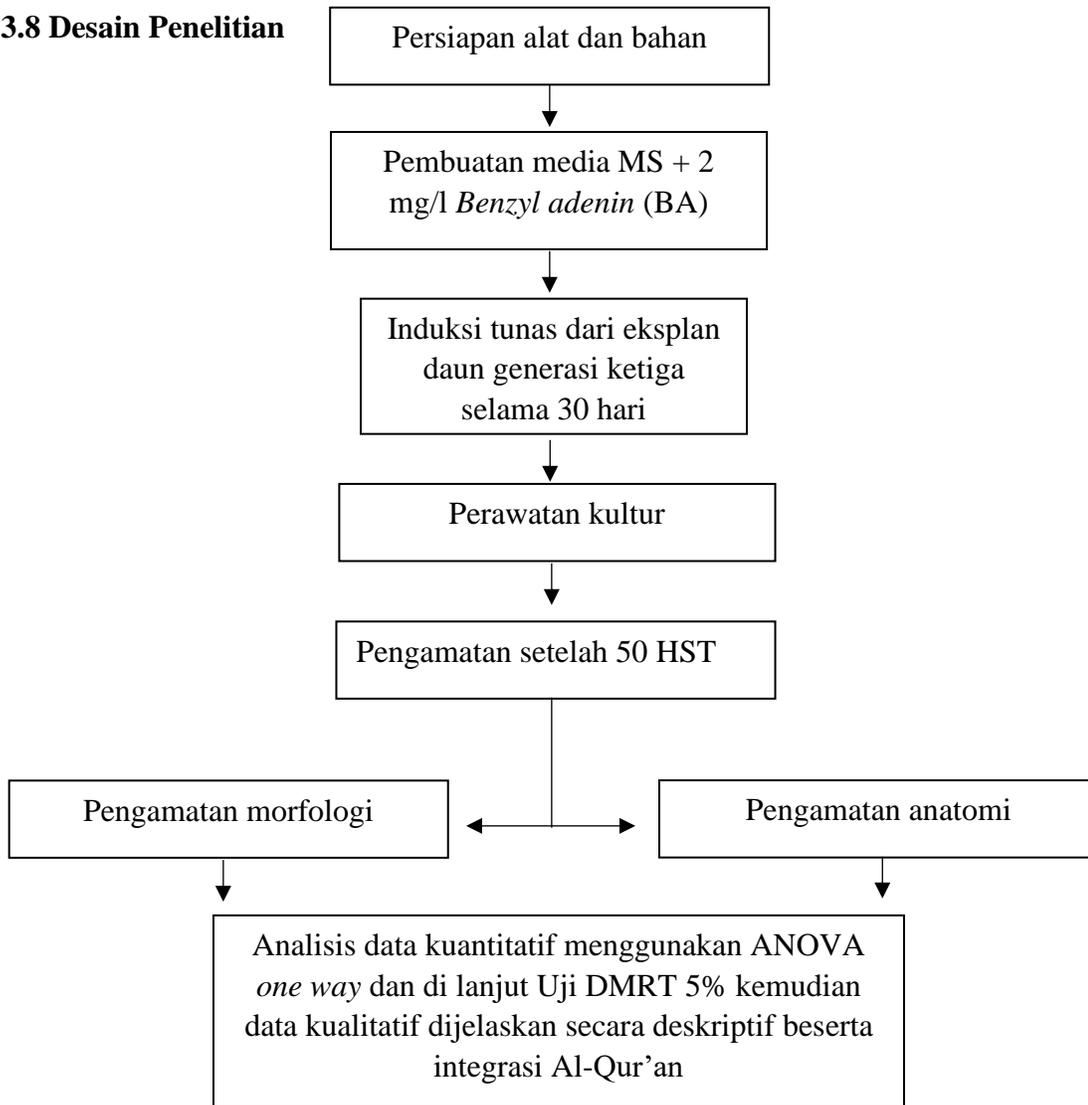
$$\text{Persentase sel tanpa kristal oksalat (\%)} = \frac{(\sum \text{Sel tanpa kristal oksalat})}{\text{Total jumlah sel keseluruhan}} \times 100\%$$

### 3.7 Analisis Data

Data kualitatif meliputi bentuk daun, bentuk stomata, dan jenis kristal oksalat. Penelitian ini dilakukan secara deskriptif dan data kuantitatif meliputi jumlah akar, tinggi tanaman, jumlah daun, panjang daun, lebar daun, jumlah tunas, panjang dan lebar stomata, jumlah stomata, serta kerapatan stomata yang diperoleh dari karakter

morfologi dan anatomi yang kemudian diolah dengan SPSS 16.0. Tahapan pertama dilakukan uji normalitas dan homogenitas. Apabila angka pada data penelitian menunjukkan nilai sig. > 0,05 maka data tersebut normal dan homogen. Tahap kedua yakni dilakukan uji Anova One Way dan apabila memperoleh hasil > 0,05 akan dilanjutkan ke tahap berikutnya yaitu uji lanjut. Uji lanjut dilakukan dengan melihat koefisien keragaman.

### 3.8 Desain Penelitian



**Gambar 3.2 Alur desain penelitian**

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma terhadap Morfologi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Generasi Ketiga dari Eksplan Daun dalam Media *In Vitro*

Induksi mutasi sinar gamma cobalt-60 berpengaruh negatif terhadap morfologi porang (tinggi tanaman, jumlah tunas, panjang daun, dan lebar daun) pada generasi ketiga (Tabel 4.1). Tinggi tanaman, jumlah tunas, panjang daun dan lebar daun mengalami penurunan akibat dari induksi mutasi sinar gamma. Semakin tinggi dosis radiasi yang diberikan, semakin rendah penurunan karakter morfologi porang. Dosis 6 Gy menunjukkan penurunan yang signifikan dari seluruh perlakuan dosis sinar gamma dibandingkan dengan kontrol.

**Tabel 4. 1 Pengaruh iradiasi sinar gamma cobalt-60 terhadap morfologi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)**

Dosis (Gy)	Tinggi Tanaman (cm)	Jumlah Tunas	Panjang Daun (cm)	Lebar Daun (cm)
<b>0 Gy</b>	10,8233 <sup>b</sup>	3,4443 <sup>c</sup>	1,1277 <sup>ab</sup>	1,2022 <sup>b</sup>
<b>2 Gy</b>	6,3233 <sup>ab</sup>	1,6700 <sup>b</sup>	1,4867 <sup>b</sup>	0,8333 <sup>a</sup>
<b>4 Gy</b>	4,5767 <sup>a</sup>	1,2200 <sup>ab</sup>	1,2377 <sup>ab</sup>	1,0800 <sup>ab</sup>
<b>6 Gy</b>	3,1233 <sup>a</sup>	0,5567 <sup>a</sup>	0,6743 <sup>a</sup>	0,8990 <sup>a</sup>

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak ada perbedaan berdasarkan DMRT 5%

Radiasi sinar gamma mengakibatkan perubahan karakter morfologi yang banyak ditunjukkan di berbagai penelitian pada jenis tanaman yang berbeda, namun pada generasi ketiga porang yang diinduksi sinar gamma menunjukkan penurunan karakter morfologi, akan tetapi porang generasi pertama hasil penelitian Wahyudi *et al* (2023) memiliki karakter morfologi lebih tinggi apabila dibandingkan dengan kontrol. Karakter morfologi yang menurun juga dialami oleh *Coleus blumei* (Togatorop *et al*, 2016) pada generasi ketiga bahwa karakter morfologi yang meliputi tinggi tanaman,

jumlah daun dan jumlah cabang mengalami penurunan di generasi pertama hingga generasi kedua.



**Gambar 4. 1 Morfologi porang generasi ketiga pada berbagai perlakuan (a) 0 Gy, (b) 2 Gy, (c) 4 Gy, (d) 6 Gy.**

Gejala lain dari induksi sinar gamma yakni penurunan jumlah tunas, panjang daun, dan lebar daun. Porang generasi ketiga pada penelitian ini mengalami penurunan pada seluruh dosis perlakuan, namun dosis 2 Gy tidak menyebabkan penurunan panjang daun. Hal ini sesuai dengan penelitian Wahyudi *et al.* (2023) bahwa dosis 2 Gy tidak menurunkan panjang daun, hal ini dikarenakan penginduksian sinar gamma yang rendah tidak menyebabkan degradasi DNA yang tinggi. Sutapa & Kasmawan (2016) menyatakan bahwa pertumbuhan fisiologi tanaman tomat mengalami peningkatan pada dosis dibawah 100 Gy dan mengalami penurunan pada dosis diatas 100 Gy. Pernyataan tersebut diperkuat oleh Srivastava *et al.* (2022) bahwa semakin tinggi dosis yang diberikan maka kematian sel semakin meningkat karena sinar gamma memiliki daya penetrasi yang kuat.

#### **4.1.1 Pengaruh Dosis Iradiasi Sinar Gamma terhadap Variasi dan Karakter Mutasi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)**

Iradiasi sinar gamma berpengaruh terhadap variasi dan karakter mutasi porang generasi ketiga. Porang dengan perlakuan iradiasi sinar gamma dosis 6 Gy menghasilkan tanaman kerdil sedangkan dosis 2 Gy menghasilkan corak daun variegata dan dosis 4 Gy menghasilkan corak daun albino dan *red-streak*. Perlakuan

irradiasi sinar gamma juga mempengaruhi warna daun pada masing-masing perlakuan (Tabel 4.2).

**Tabel 4.2 Karakter mutasi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) pada berbagai dosis perlakuan iradiasi sinar gamma cobalt-60 pada generasi ketiga**

Perlakuan	Karakter Mutasi	Gambar	Warna Daun
0 Gy	Daun hijau normal		Killarney Hijau Hex: #417443
2 Gy	Daun variegata		Dark khaki Hijau keputihan Hex: #B1B875
4 Gy	Daun albino & daun <i>red-streak</i>		Yuma Kuning keputihan Hex: #CCBE74  Metallic chopper Cokelat tua kemerahan Hex: #6B413D

6 Gy	Tanaman kerdil		Locust Hijau tua kekuningan Hex: #A4AC81
------	-------------------	--	--

Perubahan karakter mutasi porang pada penelitian ini juga teridentifikasi di porang generasi pertama (Wahyudi *et al.*, 2023). Generasi pertama hasil iradiasi sinar gamma menghasilkan corak daun *red-streak* dengan karakteristik dari masing-masing daun berujung runcing dan fenotipe porang kerdil. Perubahan tersebut juga dialami pada porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) dari penelitian Poerba *et al.* (2009) bahwa terjadi mutasi klorofil yakni variegata dan albino selain itu, penelitian lain menyatakan bahwa pada *Coleus blumei* menghasilkan perubahan corak daun merah muda pada bagian tengah daun (Togatorop *et al.*, 2016). Perubahan corak daun akibat iradiasi sinar gamma terjadi dikarenakan adanya gangguan fisiologis pada proses sintesis klorofil.

Tanaman kerdil pada generasi ketiga terjadi akibat adanya paparan iradiasi sinar gamma pada dosis 6 Gy (Tabel 4.2) hal yang serupa terjadi pada penelitian sebelumnya yakni pada generasi pertama dosis 6 Gy tanaman menjadi kerdil. Penelitian Sutapa & Kasmawan (2016) menyatakan bahwa tingginya dosis iradiasi dapat merusak kromosom sehingga menghambat pertumbuhan dan menyebabkan tanaman menjadi kerdil. Interaksi sinar gamma dengan materi biologis menyebabkan ionisasi atom dan molekul sehingga menghasilkan radikal bebas yang merusak DNA dan kerusakan tersebut dapat memunculkan karakter kuantitatif tanaman seperti tanaman kerdil (Sibarani & Hanafiyah, 2015).

#### **4.2 Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma terhadap Anatomi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Generasi Ketiga dari Eksplan Daun dalam Media *In Vitro***

##### **4.2.1 Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma terhadap Karakter Stomata Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Generasi Ketiga dari Eksplan Daun**

Induksi mutasi menggunakan sinar gamma berpengaruh terhadap karakter stomata porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) generasi ketiga. Karakter stomata yang

berubah diantaranya jumlah stomata dan kerapatan stomata. Peningkatan kerapatan stomata terjadi pada dosis 2 Gy – 6 Gy daripada kontrol (Tabel 4.3).

**Tabel 4. 3 Pengaruh iradiasi sinar gamma terhadap karakter stomata porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)**

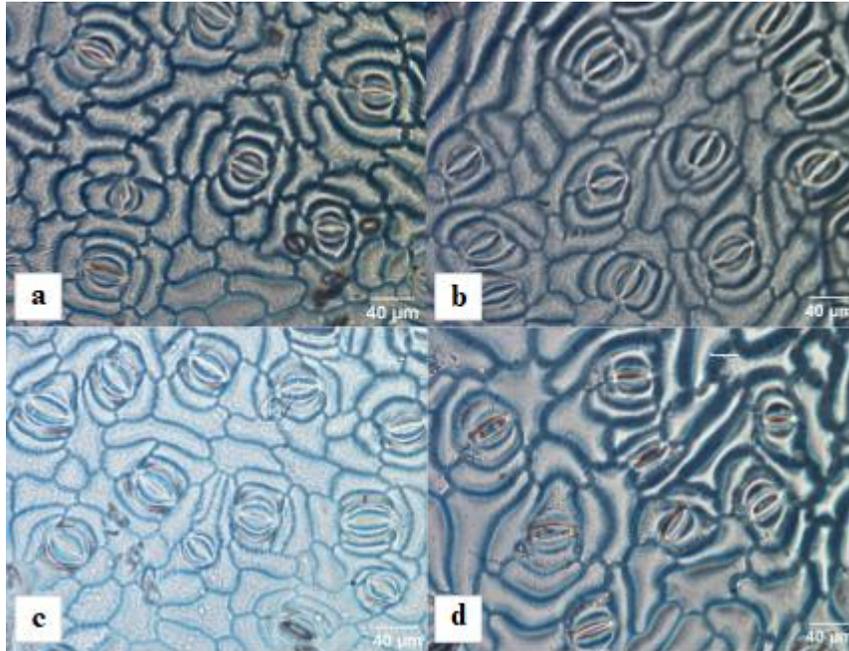
<b>Dosis (Gy)</b>	<b>Kerapatan Stomata (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Panjang Stomata (μm)</b>	<b>Lebar Stomata (μm)</b>	<b>Tipe Stomata</b>
<b>0 Gy</b>	56,8800 <sup>a</sup>	22,2773 <sup>a</sup>	16,6735 <sup>a</sup>	<i>brachyparacytic</i>
<b>2 Gy</b>	79,000 <sup>ab</sup>	19,2532 <sup>a</sup>	15,6569 <sup>a</sup>	<i>brachyparacytic</i>
<b>4 Gy</b>	96,3780 <sup>c</sup>	17,2127 <sup>a</sup>	12,2693 <sup>a</sup>	<i>brachyparacytic</i>
<b>6 Gy</b>	63,200 <sup>ab</sup>	22,9910 <sup>a</sup>	14,5487 <sup>a</sup>	<i>brachyparacytic</i>

Keterangan: angka yang diikuti oleh huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan berdasarkan DMRT 5%.

Meningkatkan kerapatan stomata pada generasi pertama dan ketiga dipengaruhi oleh iradiasi sinar gamma, yakni pada porang menunjukkan nilai kerapatan tertinggi dibandingkan kontrol (Belina, 2023). Penelitian Pangesti & Ratnawati (2022) menyatakan bahwa kerapatan meningkat pada stomata marigold (*Tagetes erecta* L.) dibandingkan dengan kontrol. Pengaruh iradiasi terhadap peningkatan stomata juga terjadi pada penelitian Yasmeeen *et al.* (2020) yaitu kerapatan stomata pada tebu, hal ini dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi dosis yang diberikan maka semakin rendah pula kerapatan stomata. Sumadji (2020) menyatakan bahwa stomata pada padi dosis tinggi mengalami penurunan kerapatan yang dipengaruhi oleh dosis terlalu tinggi sehingga menyebabkan kematian sel.

Pemberian iradiasi sinar gamma menjelaskan bahwa kerapatan stomata berasosiasi dengan ukuran stomata, yakni pengaruh tersebut memberikan hasil ukuran stomata yang berbeda. Kerapatan stomata yang rendah memiliki ukuran stomata yang besar sedangkan kerapatan stomata yang tinggi menghasilkan ukuran stomata yang kecil. Hal ini sesuai dengan pernyataan Sumadji (2020) bahwa semakin banyak stomata, maka ukuran stomata menjadi lebih kecil. Stomata tanpa perlakuan cenderung memiliki kerapatan yang renggang. Perlakuan iradiasi tidak memberikan pengaruh terhadap

panjang maupun lebar stomata akan tetapi, menghasilkan pengaruh terhadap jumlah stomata (Dama et al., 2020).



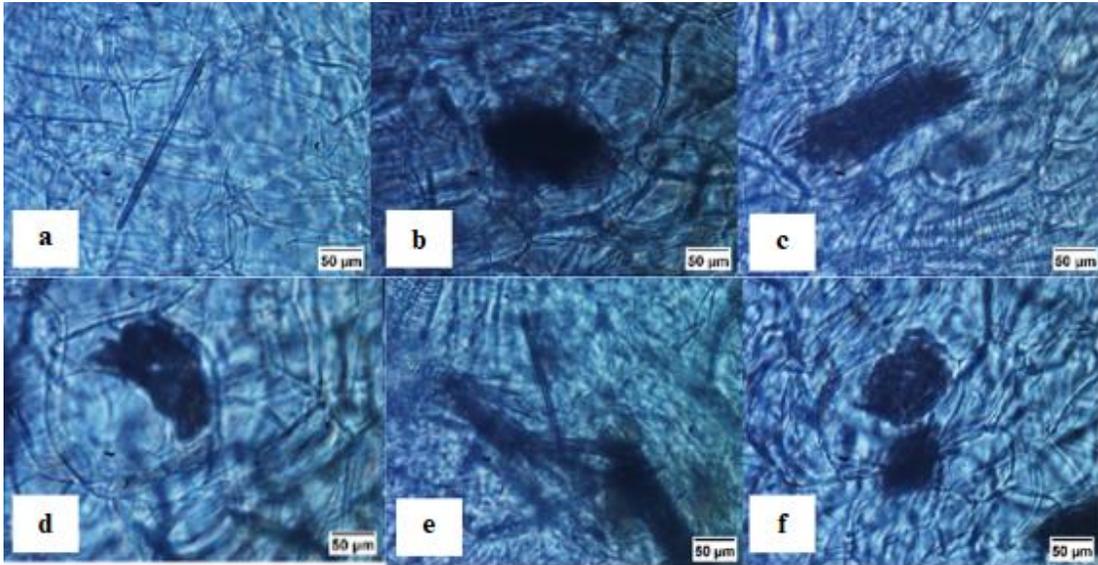
**Gambar 4. 2 Pengaruh iradiasi sinar gamma terhadap tipe stomata pada porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) perbesaran 200x: (a) 0 Gy, (b) 2 Gy, (c) 4 Gy, (d) 6 Gy.**

Tipe stomata pada penelitian porang generasi ketiga adalah *brachyparacytic* (BP). Tipe ini teridentifikasi sama dengan penelitian porang generasi pertama dan kedua hasil penelitian Belina (2023) pada seluruh dosis perlakuan iradiasi sinar gamma. Tipe *brachyparacytic* (BP) memiliki bentuk oval dengan dua sel tetangga. Putriani *et al.* (2019) menyatakan bahwa tipe stomata *brachyparacytic* mempunyai dua sel tetangga. Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) memiliki tipe stomata *brachyparacytic* yang terdiri dari sel lateral yang sejajar dengan sel penutup (Sookchaloem *et al.*, 2016)

#### **4.2.2 Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma terhadap Jenis dan Kerapatan Kristal Oksalat**

Induksi mutasi sinar gamma cobalt-60 berpengaruh terhadap anatomi porang (jenis kristal oksalat dan kerapatan kristal oksalat) pada generasi ketiga (Gambar 4.3 & Tabel 4.4). Kerapatan kristal oksalat mengalami penurunan akibat dari induksi mutasi sinar gamma. Semakin tinggi dosis radiasi yang diberikan, semakin rendah penurunan

kerapatan kristal oksalat. Dosis 6 Gy menunjukkan penurunan yang signifikan dari seluruh perlakuan dosis sinar gamma dibandingkan dengan kontrol.



**Gambar 4.3 Jenis kristal oksalat yang terdapat pada porang generasi ketiga perbesaran 400x:** (a,e) kristal rafida tunggal, (b,f) kristal druse, (c) kristal rafida berkas, (d) kristal stiloid.

Tipe kalsium oksalat dari seluruh dosis perlakuan adalah druse dan rafida (Gambar 4.3). Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya pada generasi kedua bahwa tipe kristal oksalat druse dan rafida paling banyak ditemukan. Novita & Indriyani (2013) dalam penelitiannya menyatakan bahwa kalsium oksalat pada porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) yang mendominasi adalah jenis druse dan rafida. Variasi dari tipe kristal oksalat yang diperoleh dari iradiasi sinar gamma cobalt-60 pada porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) meliputi rafida berkas, rafida tunggal, druse besar, dan stiloid. Chairiyah *et al.* (2011) menyatakan bahwa rafida dan stiloid sering berasosiasi dengan senyawa toksik dalam sel khusus sehingga dapat menyebabkan iritasi secara langsung. Kristal oksalat pada porang generasi ketiga mengalami penurunan akibat radiasi sinar gamma dibandingkan dengan kontrol sehingga dosis 6 Gy menghasilkan kerapatan yang terendah dari seluruh perlakuan iradiasi sinar gamma.

**Tabel 4. 4 Pengaruh iradiasi sinar gamma terhadap kerapatan dan persentase sel tanpa kristal oksalat pada porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)**

<b>Dosis Radiasi (Gy)</b>	<b>Kerapatan kristal oksalat (mm<sup>2</sup>)</b>	<b>Persentase sel tanpa kristal oksalat (%)</b>	<b>Tipe Kristal Oksalat</b>
<b>0 Gy</b>	655,4019	54%	Rafida berkas & druse besar
<b>2 Gy</b>	307,2197	60%	Rafida tunggal & druse besar
<b>4 Gy</b>	302,808	75%	Stiloid, druse besar, dan rafida berkas
<b>6 Gy</b>	202,0701	76%	Rafida tunggal, druse besar, dan rafida berkas

Dosis 6 Gy menunjukkan nilai terendah untuk kerapatan kristal oksalat dan nilai persentase sel tanpa kristal oksalat yang tinggi, yakni kerapatan 202,0701 dan persentase sel tanpa kristal oksalat 76% (Tabel 4.4). Perlakuan sinar gamma dapat mempengaruhi kerapatan dan kristal oksalat di dalam porang, hal ini disebabkan adanya paparan sinar gamma dapat merusak sel yang memproduksi enzim pembentuk kalsium oksalat. Data tersebut diperkuat oleh Chairiyah (2011) yang menyebutkan bahwa produksi glioksilat oleh tumbuhan adalah langkah awal dalam pembentukan

kristal kalsium oksalat, glioksilat yang dihasilkan akan bereaksi dengan ion kalsium untuk membentuk sebuah kristal yang keras dan tajam. Hasil penelitian ini mengalami penurunan dari penelitian wahyudi *et al.* (2023) pada generasi kedua sebesar 7% pada persentase sel tanpa kalsium oksalat di generasi ketiga. Hal tersebut dikarenakan adanya *diplontic selection* dimana munculnya kompetisi antara sel mutan dengan sel aslinya dan memengaruhi laju mutasi suatu tanaman sehingga enzim pembentuk kalsium oksalat kembali beregenerasi.

### 4.3 Tinjauan Hasil Penelitian dalam Perspektif Al-Qur'an

Proses pemuliaan melalui iradiasi sinar gamma cobalt-60 berhasil memodifikasi karakter fisiologi dan anatomi pada porang (*Amorphophallus muelleri* Blume). Hal ini tertuang di dalam Al-Qur'an surah An-Nahl [16]: 114 sebagai berikut:

فَكُلُوا مِمَّا رَزَقَكُمُ اللَّهُ حَلَالًا طَيِّبًا وَاشْكُرُوا نِعْمَتَ اللَّهِ إِنَّ كُنتُمْ لِرَبِّكُمْ تَعْبُدُونَ

Artinya: “Makanlah sebagian apa yang telah Allah anugerahkan kepadamu sebagai (rezeki) yang halal lagi baik dan syukurilah nikmat Allah jika kamu hanya menyembah kepada-Nya.

Menurut Tafsir Al-Mishbah (2005) menyebutkan bahwa Allah SWT memerintahkan kepada hambanya untuk mengonsumsi makanan yang tidak hanya halal dan baik, tetapi juga lezat dan bergizi dengan demikian, manusia dapat menjaga kesehatan tubuh dan bersyukur akan rezeki yang Allah SWT berikan. Makanan yang halal belum tentu baik, tersedianya makanan halal namun tidak bergizi maka akan menjadi kurang baik, sedangkan yang diperintahkan Al-Qur'an adalah mengonsumsi halal lagi baik. Tafsir Ibnu Katsir (2005) Allah SWT, dalam ayat yang mulia ini, mengajak hamba-hamba-Nya yang beriman untuk merenungkan nikmat rezeki yang telah dianugerahkan, yakni dengan mengonsumsi rezeki yang halal dan baik. Manusia tidak hanya memenuhi kebutuhan jasmani melainkan mendekatkan diri kepada Allah SWT pula. Rasa syukur yang tulus atas nikmat rezeki merupakan bentuk penghambaan yang sejati kepada Allah SWT, yang Maha Pemberi dan Maha Kaya. Allah SWT. di dalam firman QS. Ali-Imran ayat 190 menyebutkan bahwa sebagai berikut:

إِنَّ فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ وَاخْتِلَافِ اللَّيْلِ وَالنَّهَارِ لَآيَاتٍ لِأُولِي الْأَلْبَابِ

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

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT. menciptakan segala sesuatu yang memiliki banyak manfaat untuk kemaslahatan makhluknya, namun bagi yang berakal. Hal ini sesuai dengan adanya sinar gamma yang diciptakan-NYA untuk keberlangsungan hidup manusia sehingga dengan adanya sinar gamma maka pemuliaan tanaman dapat berlangsung dengan baik dan menghasilkan porang unggul. Hasil dari penelitian membuktikan bahwa pemuliaan porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) menghasilkan karakter yang baru pada morfologi dan anatomi porang. Penggunaan iradiasi dengan sinar gamma dilakukan untuk menurunkan kandungan kalsium oksalat pada porang yang bersifat *toxic* untuk kesehatan. Menurut fatwa MUI (2013), ketentuan hukum dalam penerapatan rekayasa genetika terhadap tumbuhan adalah diperbolehkan dengan memenuhi beberapa syarat, antara lain dilakukan demi kemaslahatan dan tidak membahayakan bagi lingkungan maupun manusia.

## **BAB V PENUTUP**

### **5.1 Kesimpulan**

Kesimpulan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Iradiasi sinar gamma cobalt-60 memberikan pengaruh terhadap karakter morfologi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume), yaitu kontrol menghasilkan nilai rata-rata tertinggi dari seluruh variabel pengamatan, selain itu terdapat mutasi klorofil pada dosis 2 Gy dan 4 Gy.
2. Iradiasi sinar gamma cobalt-60 memberikan pengaruh terhadap karakter anatomi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume), yaitu kerapatan stomata tertinggi pada dosis 4 Gy dan kerapatan kalsium oksalat terendah pada dosis 6 Gy.

### **5.2 Saran**

Perlakuan dosis 6 Gy iradiasi sinar gamma dapat meningkatkan persentase sel tanpa kristal oksalat senilai 76% dengan kerapatan kristal oksalat yang rendah yaitu 202,0701.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afifah, E., Oktorina, M., & Setiono, S. (2014). Peluang Budidaya Iles-Iles (*Amorphophallus* spp.) sebagai Tanaman Sela di Perkebunan Karet. *Warta Perkaratan*, 33(1), 35-46.
- Ahloowalia, B. S., & Maluszynski, M. (2001). Induced Mutations—A New Paradigm in Plant Breeding. *Euphytica*, 118, 167-173.
- Aisyah, S. I., Aswidinnoor, H., Saefuddin, A., Marwoto, B., & Sastrosumarjo, S. (2009). Induksi mutasi pada stek pucuk anyelir (*Dianthus caryophyllus* Linn.) melalui iradiasi sinar gamma. *Jurnal Agronomi Indonesia (Indonesian Journal of Agronomy)*, 37(1).
- Akshatha, & Chandrashekar, K. R. (2020). Gamma sensitivity of forest plants of Western Ghats. *Journal of Environmental Radioactivity*, 132, 100-107.
- Arofatun Nikmah, I., Azrianingsih, R., & Wahyudi, D. (2016). Genetic Diversity of Porang Populations (*Amorphophallus muelleri* Blume) in Central Java and West Java Based on Leavy Second Intron Marker. *The Journal of Tropical Life Science*, 6(1), 23-27.
- Azzam, E. I., Jay-Gerin, J. P., & Pain, D. (2012). Ionizing Radiation-Induced Metabolic Oxidative Stress and Prolonged Cell Injury. *Cancer letters*, 327(1-2), 48-60.
- Belina, S.V. (2023). Induksi Mutasi dengan Iradiasi Sinar Gamma Cobalt-60 terhadap Karakter Morfologi dan Anatomi Tanaman Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) secara *In Vitro*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Bhargava, A., Srivastava, S., Bhargava, A., & Srivastava, S. (2022). Toward Participatory Plant Breeding. *Participatory Plant Breeding: Concept and Applications*, 69-86.
- Cao, A., Wang, R., & Wang, J. (2020). Gene expression and miRNA regulation changes in leaves of rice backcross introgression lines. *Agronomy*, 10(9), 1– 17.
- Chairiyah, N., Harijati, N., & Mastuti, R. (2011). Calcium Oxalate Crystals (CaOx) on Porang (*Amorphopallus muelleri* Blume) Exposed and Unexposed Sun. *Natural B, Journal of Health and Environmental Sciences*, 1(2), 130-138.
- Dama, H., Aisyah, S. I., Dewi, A. K., & Sudarsono, S. 2020. Respon Kerapatan Stomata dan Kandungan Klorofil Padi (*Oryza sativa* L.) Mutan terhadap Toleransi Kekeringan. *Jurnal Ilmiah Aplikasi Isotop Dan Radiasi*, 16(1), 1-6.
- De Micco, V., Arena, C., Pignalosa, D., & Durante, M. (2011). Effects of Sparsely and Densely Ionizing Radiation on Plants. *Radiation and Environmental Biophysics*, 50, 1-19.
- Della Rahayu, E. M., Sukma, D., Syukur, M., Aziz, S. A., & Irawati, I. (2015). Induksi Poliploididi Menggunakan Kolkisin Secara *In Vivo* pada Bibit Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* (L.) Blume). *Buletin Kebun Raya*, 18(1), 41-48.

- Due, M. S., Susilowati, A. R. I., & YUNUS, A. (2019). The Effect of Gamma Rays Irradiation on Diversity of *Musa Paradisiaca* var. *sapientum* as Revealed by ISSR Molecular Marker. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 20(5).
- Fitra, V. M., Guniarti, G., & Moeljani, I. R. (2022). Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma Cobalt-60 terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Mentimun (*Cucumis Sativus* L.) Lokal Madura. *Perbal: Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 10(1), 63-70.
- Fitra, V. M., Guniarti, G., & Moeljani, I. R. (2022). Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma Cobalt-60 terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Mentimun (*Cucumis Sativus* L.) Lokal Madura. *Perbal: Jurnal Pertanian Berkelanjutan*, 10(1), 63-70.
- Fitrianto, N., Samiyarsih, S., Rohma, A., & Sasongko, N. D. (2021). Profil Mikromorfologi Kecipir (*Psophocarpus tetragonolobus* (L.) DC) Mutan Akibat Iradiasi Sinar Gamma Cobalt-60. *PLANTROPICA: Journal of Agricultural Science*, 5(2), 95-106.
- Handini, E., Aprilianti, P., & Widiarsih, S. (2021). KARAKTERISASI STOMATA DAN AKAR PLANLET HASIL IRADIASI SINAR GAMMA PADA PROTOKORM *Grammatophyllum scriptum* (L.) Blume. *Buletin Kebun Raya*, 24(3), 117-125.
- Hartati, S., Setiawan, A. W., & Sulistyono, T. D. (2022). Efek Radiasi Sinar Gamma pada Pertumbuhan Vegetatif Anggrek Vanda Hibrid. *Agrotechnology Research Journal*, 6(2), 80-86.
- Hidayah, N., Suhartanto, M. R., & Santosa, E. (2018). Pertumbuhan dan Produksi Benih Iles-Iles (*Amorphophallus muelleri* Blume) Asal Teknik Budidaya yang Berbeda. *Buletin Agrohorti*, 6(3), 405-411.
- Hidayat, R., Purwadi, P., Sasongko, P. E., & Dwiridhotjahjono, J. (2022). Pengembangan Hilirisasi Porang (*Amorphophallus Onchopillus* Prain) sebagai Agroindustri Unggulan Jawa Timur. *CAKRAWALA*, 16(2), 155-171.
- Hosiana, A. M., Pinatih, G. N. I., & Laksemi, D. A. A. S. (2023). Beneficial Health Effects of Porang (*Amorphophallus muelleri*): A review. *Indonesia Journal of Biomedical Science*, 17(2), 235-238.
- Impaprasert, R., Borompichaichartkul, C., & Srzednicki, G. (2014). A new Drying Approach to Enhance Quality of Konjac Glucomannan Extracted from *Amorphophallus muelleri*. *Drying technology*, 32(7), 851-860.
- Kadir, A., Sutjahjo, S. H., Wattimena, G. A., & Mariska, I. (2007). Pengaruh iradiasi sinar gamma pada pertumbuhan kalus dan keragaman planlet tanaman nilam. *Jurnal AgroBiogen*, 3(1), 24-31.
- Karubuy, C. N., Rahmadaniarti, A., & Wanggai, J. (2018). Karakteristik Stomata Dan Kandungan Klorofil Daun Anakan Kayu Cina (*Sundacarpus amarus* (Blume) CN Page) pada Beberapa Intensitas Naungan. *Jurnal Kehutanan Papuaasia*, 4(1), 45-56.

- Katiyar, P., Pandey, N., & Keshavkant, S. (2022). Gamma Radiation: A potential Tool for Abiotic Stress Mitigation and Management of Agroecosystem. *Plant Stress*, 5, 100089.
- Khan, S.J., Khan. H.U., Khan., R.D., Iqbal. M.M and Zafa. Y., (2000). Development of Sugarcane Mutants Through In Vitro Mutagenesis. *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 3(7), pp. 1123–1125.
- Koentjoro, Y. (2017). Pengaruh Radiasi Sinar Gamma Cobalt-60 terhadap Sifat Morfologi dan Agronomi Ketiga Varietas Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 22(1), 41-45.
- Lestari, E. G. (2011). Peranan zat pengatur tumbuh dalam perbanyakan tanaman melalui kultur jaringan. *Jurnal AgroBiogen*, 7(1), 63-68.
- Lestari, E. G. (2021). Aplikasi Induksi Mutasi Untuk Pemuliaan Tanaman Hias. *Berita Biologi*, 21(3), 335-344.
- Lestari. E. G. (2016). Pemuliaan Tanaman Melalui Induksi Mutasi dan Kultur *In Vitro*. Jakarta: IAARD Press.
- Lilik Harsanti & Yulidar. (2016). Pengaruh Radiasi Sinar Gamma yang Berasal dari Sumber 60Co terhadap Pembentukan Tanaman Kedelai Tahan Naungan pada Generasi M1. *Prosiding Pertemuan Dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Nuklir*, hal, 103-109.
- Lizawati, L., Kartika, E., Alia, Y., & Antony, D. (2023). Identification of Morphology and Relationships of Porang Plants (*Amorphophallus muellri* Blume) in Kumpeh Ulu District, Muaro Jambi Regency, *Agric*, 35(1), 27-44.
- Meliala, J. H. S., Basuki, N., & Soegianto, A. (2016). *Pengaruh iradiasi sinar gamma terhadap perubahan fenotipik tanaman padi gogo (Oryza sativa L.)* (Doctoral dissertation, Brawijaya University).
- Naufali, M. N., & Putri, D. A. (2022). Potensi Pengembangan Porang sebagai Sumber Bahan Pangan di Pulau Lombok Nusa Tenggara Barat. *BIOFOODTECH: Journal of Bioenergy and Food Technology*, 1(02), 65-75.
- Nio, S. A., & Torey, P. (2013). Karakter Morfologi Akar sebagai Indikator Kekurangan Air pada Tanaman (Root Morphological Characters as Water-deficit indicators in plants). *Jurnal Bios Logos*, 3(1.)
- Novita, M. D. A., & Indriyani, S. (2013). Kerapatan dan bentuk kristal kalsium oksalat umbi porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) pada fase pertengahan pertumbuhan hasil penanaman dengan perlakuan pupuk P dan K. *Jurnal Biotropika*, 1(2), 66-70.
- Nugrahaeni, N., Hapsari, R. T., Indriani, F. C., Amanah, A., Yusnawan, E., Mutmaidah, S., ... & Utomo, J. S. (2021, November). Morphological Characteristics of Madiun 1, The First Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume)

- Released Cultivar in Indonesia. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 911, No. 1, p. 012011). IOP Publishing.
- Nuraeni, N., Hernawati, H., Rani, S. R. A., & Putri, A. A. (2023). Pertumbuhan Tanaman Kedelai (*Glycine Max L.*) Hasil Radiasi Sinar Gamma Cesium-137. *Journal Online Of Physics*, 8(3), 51-57.
- Nurlatifah, I., & Amyranti, M. (2023). The Utilization from Glucomannan of Porang Flour (*Amorphophallus Muelleri* Blume) as a Raw Material for Making an Edible Film. *BERKALA SAINSTEK*, 11(3), 138-144.
- Nurmansyah, Alghamdi SS, Migdadi HM. 2020. Morphological diversity of faba bean (*Vicia faba L.*) M2 mutant populations induced by Gamma radiation and diethyl sulfate. *J King Saud Univ - Sci*. 32(2):1647– 1658
- Oladosu, Y., Rafii, M. Y., Abdullah, N., Hussin, G., Ramli, A., Rahim, H. A., ... & Usman, M. (2016). Principle and Application of Plant Mutagenesis in Crop Improvement: A Review. *Biotechnology & Biotechnological Equipment*, 30(1), 1-16.
- Pangesti, M. H., & Ratnawati, R. (2022). Pengaruh Iradiasi Sinar Gamma Co-60 Terhadap Karakteristik Morfologis dan Anatomis Tanaman Marigold (*Tagetes erecta L.*). *Kingdom (The Journal of Biological Studies)*, 8(2), 94-108.
- Poerba, Y. S., Imelda, M., Wulansari, A., & Martanti, D. (2009). Induksi Mutasi Kultur *In Vitro Amorphophallus muelleri* Blume dengan Irradiasi Gamma. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 10(3), 355-364.
- Putriani, A., Prayogo, H., & Wulandari, R. S. (2019). Karakteristik stomata pada pohon di ruang terbuka hijau universitas Tanjungpura kota Pontianak. *Jurnal hutan lestari*, 7(2).
- Rahabistara Sumadji, A. (2020). Kerapatan Stomata Dan Kaitannya Terhadap Kekeringan Pada Tanaman Padi Varietas Ir64. *Widya Warta*, 22(01).
- Rahayuningsih, Y. (2020). Strategi Pengembangan Porang (*Amorphophalus Muelleri*) Di Provinsi Banten. *Jurnal Kebijakan Pembangunan Daerah*, 4(2), 77-92.
- Rahman QK, Aisyah SI. 2018. Induksi mutasi fisik pada paku bintik (*Microsorium punctatum*) melalui Iradiasi Sinar Gamma. *Bul Agrohorti*. 6(3):422–429.
- Riviello-Flores, M. D. L. L., Cadena-Iñiguez, J., Ruiz-Posadas, L. D. M., Arévalo-Galarza, M. D. L., Castillo-Juárez, I., Soto Hernández, M., & Castillo-Martínez, C. R. (2022). Use of Gamma Radiation for The Genetic Improvement of Underutilized Plant Varieties. *Plants*, 11(9), 1161.
- Rohcahyani, F. E., Moeljani, I. R., & Suhardjono, H. (2022). INDUKSI MUTASI SINAR GAMMA TERHADAP KERAGAMAN GENETIK DAN HERITABILITAS M1 CABAI RAWIT PRENTUL KEDIRI. *Plumula: Berkala Ilmiah Agroteknologi*, 10(2), 91-100.

- Rustiana, R., Suwardji, S., & Suriadi, A. (2021). Pengelolaan Unsur Hara Terpadu dalam Budidaya Tanaman Porang. *Jurnal Agrotek Ummat*, 8(2), 99-109.
- Sakya, A. T. (2022). Persilangan Backcross 2 (BC 2) Galur Harapan Padi Hitam/Jeliteng//Jeliteng. *Vegetalika*, 11(3), 174-185.
- Saleh, N. (2015). Tanaman Porang: Pengenalan, Budidaya, dan Pemanfaatannya.
- Saleh, N. Rahayuningsih, A, Radjit, B.S., Harnowo, D. (2015). Tanaman Porang: Pengenalan, Budidaya, dan pemanfaatannya. Jakarta: Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan Badan Penelitian dan pengembangan Pertanian.
- Santosa, E. (2014). Pengembangan Tanaman Iles-Iles Tumpangsari untuk Kesejahteraan Petani dan Kemandirian Industri Pangan Nasional. *RISALAH KEBIJAKAN PERTANIAN DAN LINGKUNGAN Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian dan Lingkungan*, 1(2), 73-79.
- Santosa, E., A.P. Lontoh, A. Kurniawati, M. Sari, N. Sugiyama. 2016. Flower Development and Its Implication For Seed Production on *Amorphophallus muelleri* Blume (Araceae). *J. Hort. Indonesia* 7(2):63-72.
- SANTOSA, E., SUGIYAMA, N., HIKOSAKA, S., & KAWABATA, S. (2003). Cultivation of *Amorphophallus muelleri* Blume In Timber Forests of East Java, Indonesia. *Japanese Journal of Tropical Agriculture*, 47(3), 190-197.
- Santosa, E., Sugiyama, N., Kurniawati, A., Lontoh, A. P., & Sari, M. (2018). Variation in Floral Morphology of Agamosporous (*Amorphophallus muelleri* Blume) in Natural and Gibberellin Induced Flowering. *Journal of Applied Horticulture*, 20(1).
- Sari, H. P., Suliansyah, I., Anwar, A., & Dwipa, I. (2023). Kajian: Pengembangan Varietas Unggul Baru Padi (*Oryza sativa* L.) Lokal melalui Iridasi Gamma. *Jurnal Ilmiah Universitas Batanghari Jambi*, 23(1), 910-920.
- Sarifudin, A., Ratnawati, L., Indrianti, N., Ekafitri, R., Sholichah, E., Afifah, N., ... & Yuniar, A. D. (2022). Evaluation of Some Analytical Methods for Determination of Calcium Oxalate in *Amorphophallus muelleri* flour. *Food Science and Technology*, 42.
- Shi, H. D., Zhang, W. Q., Lu, H. Y., Zhang, W. Q., Ye, H., & Liu, D. D. (2020). Functional Characterization of a Starch Synthesis-Related Gene AmAGP in *Amorphophallus muelleri*. *Plant Signaling & Behavior*, 15(11), 1805903.
- Sibarani, I. B., & Hanafiah, D. S. (2015). Respon morfologi tanaman kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) varietas anjasmoro terhadap beberapa iradiasi sinar gamma. *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara*, 3(2), 103933.
- Sugiyama, N., & Santosa, E. (2008). *Edible amorphophallus in Indonesia*. Gadjah Mada University Press.

- Suheriyanto, D., Romaidi, R., & Resmisari, R. S. (2012). Pengembangan Bibit Unggul Porang (*Amarphopallus oncophilus*) Melalui Teknik Kultur In Vitro Untuk Mendukung Ketahanan Pangan Nasional. *El-Hayah*, 3(1).
- Sulistiyo, R. H., Soetopo, L., & Damanhuri, D. (2015). *Eksplorasi dan identifikasi karakter morfologi porang (Amorphophallus muelleri B.) di Jawa Timur* (Doctoral dissertation, Brawijaya University).
- Sulistyowati, Y., Nurhasanah, A. N., Widyajayantie, D., Astuti, D., Rachmat, A., Pantouw, C. F., ... & Nugroho, S. (2022). Seleksi dan Evaluasi Sorgum Mutan Generasi M2 Hasil Radiasi Sinar Gamma untuk Peningkatan Karakter Biomassa. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 22(2), 138-145.
- Sumardi, S., Kartikawati, N. K., Prastyono, P., & Rimbawanto, A. (2018). Seleksi dan perolehan genetik pada uji keturunan generasi kedua kayuputih (*Melaleuca cajuputi* subsp. *cajuputi*) di Gunungkidul. *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan*, 12(1), 65-73.
- Sumartini, E. Y., Rustamsyah, A., Perdana, F., & Khairunnisa, A. (2023). Kajian Pemanfaatan Tanaman Porang (*Amorphophallus muelleri*) dalam Bidang Pangan dan Kesehatan. *JURNAL TEKNOLOGI PANGAN DAN ILMU PERTANIAN (JIPANG)*, 5(1), 24-29.
- Sumarwoto. (2005). Iles-iles (*Amorphophallus muelleri* Blume); Deskripsi dan Sifat-sifat Lainnya. *Biodiversitas*. 6(3): 185-190.
- Susanti, N. (2014). Suplementasi Tepung Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) sebagai Nutraceutical dalam Manajemen Diabetes Mellitus tipe 2. *El-Hayah*, 5(1), 9-16.
- Sutapa, G. N., & Kasmawan, I. G. A. (2016). Efek induksi mutasi radiasi gamma 60 Co pada pertumbuhan fisiologis tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum* L.). *Jurnal Keselamatan Radiasi dan Lingkungan*, 1(2), 5-11.
- Tafsir Ibnu Katsir Jilid 4. Diterjemahkan oleh M. Abdul Ghoffar, Abdurrahim Mu'thi, dan Abu Ihsan Al-Atsari. Bogor: Pustaka Imam AsySyafi'i, 2004.
- Tester, R., & Al-Ghazzewi, F. (2017). Glucomannans and Nutrition. *Food Hydrocolloids*, 68, 246-254.
- Togatorop, E. R., Aisyah, S. I., & Damanik, M. R. M. 2016. Pengaruh mutasi fisik iradiasi sinar gamma terhadap keragaman genetik dan penampilan *Coleus blumei*. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 7(3), 187-194.
- Utama, D. A., Suliartini, N. W. S., & Sudharmawan, A. K. (2023). KERAGAAN GENOTIPE MUTAN BAAS SELEM GENERASI KEDUA (M2) HASIL IRADIASI SINAR GAMMA. *AGROTEKSOS*, 33(2), 738-746.
- Wahyudi, D., Belina, V. S., & Resmisari, R. S. (2023). Effects of gamma irradiation on morphological changes in Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume). In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1312, No. 1, p. 012040). IOP Publishing.

- Wang, L. H., Huang, G. Q., Xu, T. C., & Xiao, J. X. (2019). Characterization of Carboxymethylated Konjac Glucomannan for Potential Application in Colon-Targeted Delivery. *Food Hydrocolloids*, *94*, 354-362.
- Wang, W., Xu, J., Fang, H., Li, Z., & Li, M. (2020). Advances and Challenges in Medicinal Plant Breeding. *Plant Science*, *298*, 110573.
- Widyapangesthi, D. A., Moeljani, I. R., & Soedjarwo, D. P. (2022). Keragaman Genetik Dan Heritabilitas M1 Mentimun (*Cucumis sativus* L.) Lokal Madura Hasil Iradiasi Sinar Gamma 60CO. *Jurnal Agrium*, *19*(2), 191-196.
- Yanti, F., Rasyad, A., & Herman, H. (2020). Generational Analysis of Generations of M2 and M3 of Green Beans crop (*Vigna radiata* L.) Gamma-ray Radiation Results. *JURNAL AGRONOMI TANAMAN TROPIKA (JUATIKA)*, *2*(1), 31-45.
- Zanzibar, M., Nugraheni, Y. A., Putri, K. P., Yuniarti, N., Sudrajat, D. J., Yulianti, ... & Septiningrum, D. (2021). Toona sureni (Blume) Merr. seeds invigoration using 60Co gamma-rays irradiation. *Forest Science and Technology*, *17*(2), 80-87.
- Zhao, J., Zhang, D., Srzednicki, G., Borompichaichartkul, C., & Kanlayanarat, S. (2010, August). Morphological and Growth Characteristics of *Amorphophallus muelleri* Blume-a Commercially Important Konjac Species. In *Southeast Asia Symposium on Quality and Safety of Fresh and Fresh-Cut Produce 875* (pp. 501-508).

## LAMPIRAN

### LAMPIRAN I

#### 1. Tabel Uji ANOVA *One Way* dan DMRT 5% pada Morfologi Porang

##### a. Uji ANOVA *One Way*

ANOVA						
		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Tinggi_Tanaman	Between Groups	100.473	3	33.491	4.961	.031
	Within Groups	54.005	8	6.751		
	Total	154.478	11			
Jumlah_Tunas	Between Groups	13.737	3	4.579	16.412	.001
	Within Groups	2.232	8	.279		
	Total	15.969	11			
Jumlah_Daun	Between Groups	2.837	3	.946	16.412	.001
	Within Groups	6.274	8	.784		
	Total	9.111	11			
Panjang_Daun	Between Groups	3.826	3	1.275	10.002	.004
	Within Groups	1.020	8	.177		
	Total	4.845	11			
Lebar_Daun	Between Groups	3.855	3	1.285	4.487	0.040
	Within Groups	2.291	8	.286		
	Total	6.147	11			

##### b. Uji Lanjut DMRT 5 %

**Tinggi\_Tanaman**

Duncan

Dosis_Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
6 Gy	3	3.1233	
4 Gy	3	4.5867	
2 Gy	3	6.3233	6.3233
0 Gy	3		10.8233
Sig.		.186	.067

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

**Jumlah\_Tunas**

Duncan

Dosis_Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
6 Gy	3	.5120		
4 Gy	3	1.2200	1.2200	
2 Gy	3		1.6700	
0 Gy	3			3.4443
Sig.		.148	.339	1.000

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

**Panjang\_Daun**

Duncan

Dosis_Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
6 Gy	3	.6743	
0 Gy	3	1.1277	1.1277
2 Gy	3	1.2377	1.2377
4 Gy	3		1.4867
Sig.		.147	.127

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

**Lebar\_Daun**

Duncan

Dosis_Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
2 Gy	3	.8333	
6 Gy	3	.8990	
4 Gy	3	1.0800	1.0800
0 Gy	3		1.2022
Sig.		.080	.063

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

- 2. Tabel Uji ANOVA *One Way* dan DMRT 5% pada Anatomi Porang**  
 a. Uji ANOVA *One Way*

## ANOVA

		Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Panjang_Stomata	Between Groups	172.711	3	57.570	13.122	.000
	Within Groups	70.198	16	4.387		
	Total	242.909	19			
Lebar_Stomata	Between Groups	84.320	3	28.107	8.791	.001
	Within Groups	51.155	16	3.197		
	Total	135.475	19			
Jumlah_Stomata	Between Groups	2369.800	3	789.933	8.508	.007
	Within Groups	5816.000	16	363.500		
	Total	8185.800	19			
Kerapatan_Stomata	Between Groups	1559813.354	3	519937.785	8.508	.007
	Within Groups	3828118.728	16	239257.421		
	Total	5387932.082	19			

a. Uji Lanjut DMRT 5 %  
Jumlah\_Stomata

Duncan<sup>a</sup>

Dosis	Subset for alpha = 0.05		
	1	2	3
0 Gy	7.2000		
6 Gy	8.0000	8.0000	
2 Gy		10.0000	10.0000
4 Gy			12.2000
Sig.	.465	.079	.056

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

**Kerapatan\_Stomata1**Duncan<sup>a</sup>

Dosis	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
0 Gy	5	56.8800		
6 Gy	5	63.2000	63.2000	
2 Gy	5		79.0000	79.0000
4 Gy	5			96.3780
Sig.		.465	.079	.056

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 5.000.

**Panjang\_Stomata**

Duncan

Dosis_Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05
		1
0 Gy	3	22.2773
6 Gy	3	22.9910
4 Gy	3	17.2127
2 Gy	3	19.2532
Sig.		.074

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

### Lebar\_Stomata

Duncan

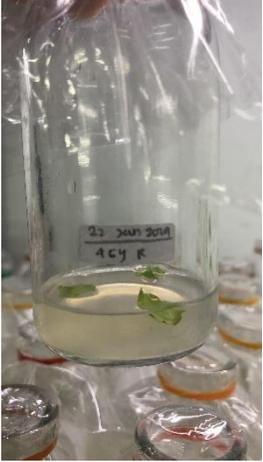
Dosis_Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05
		1
4 Gy	3	12.2693
6 Gy	3	14.5487
2 Gy	3	15.6569
0 Gy	3	16.6735
Sig.		.077

Means for groups in homogeneous subsets are displayed.

## LAMPIRAN 2

## FOTO PENELITIAN

## a) Pembuatan Media

<p>Pembuatan media dengan bahan: MS instan, hormon BA 2 ppm, agar, gula.</p>	
<p>Dimasukkan gula, BA sebanyak 20 ml dan MS instan 4,43 gr ke dalam beaker glass yang sudah terisi 1000 ml kemudian di letakkan di hotplate dan di stirrer.</p>	
<p>Di cek pH 5,8-6 dan apabila sudah sesuai maka dimasukkan agar dan dimasukkan ke dalam microwave selama 7 menit.</p>	
<p>Siapkan botol kultur yang akan diisi media sebanyak 12,5 ml dan ditutup menggunakan plastik dan karet tahan panas.</p> <p>Media di sterilisasi menggunakan autoclaf 121 derajat celcius.</p>	



UNIVERSITAS ISLAM NEGERI MAULANA MALIK IBRAHIM  
MALANG

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
PROGRAM STUDI BIOLOGI

Jl. Gajayana No. 58 Malang 65131 Telp / Faks. (0341) 558933  
Website: <http://biologi.uin-malang.ac.id> Email: [biologi@uin-malang.ac.id](mailto:biologi@uin-malang.ac.id)

KARTU  
SEMINAR PROPOSAL SKRIPSI

Nama : Elra Raigah Prihartono  
NIM : 200602110001  
Pembimbing Skripsi : Bapak Suyono, M.P.  
Judul Skripsi : Pengaruh Induksi Sinar Gamma Cobalt-60 terhadap Anatomi dan Morfologi Tanaman Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) pada Generasi kedua Asal Eksplan Daun.



No	Tanggal	Judul Seminar Proposal Skripsi	TTD. Dosen Pembimbing
1	10/03 23	In Silico Test of Anticancer Activities of Compounds in Saarego through EGFR (epidermal growth factor receptor) Inhibition. (Aktivitas Antibakteri ekstrak Metanol tanaman <i>Saarego</i> ( <i>Anredera cordifolia</i> ) pada Perchembiatan Propioni <i>Bacterium</i> secara <i>In Vitro</i> .	Amf
2	15/03 23	The Altitude Effect of Growth Location on Total Flavonoid Content and Antioxidant Activity of <i>Sinninga</i> Leaves ( <i>Crossosiphum crepidoides</i> in Malang Regency	Amf
3	21/03 23	Analysis of gamma induction results on genetic variation of porang seeds ( <i>Amorphophallus</i> ...) Using molecular markers ISSR	Amf
4	6/04 23	Genetic variation analysis of synthetic porang seeds resulting from mutation with Gamma rays Using RAPD	Amf
5	12 April 2023	Pengaruh berbagai jenis limbah buah dan lama fermentasi terhadap pembuatan bioetanol	Amf
6	14 April 2023	Pengaruh Hormon 6-Benzyl Amino Purin (BAP) terhadap Induksi Tunas Mangga Gedong Cincu ( <i>Mangifera indica</i> L.) Asal Bgt secara <i>In Vitro</i>	Amf
7	26/09 2023	Perbandingan Struktur Anatomi Tanaman Bakam Minyak ( <i>Rhizophora apiculata</i> Blume.) dengan Perlakuan Biostimulan	Amf
8	28/09 2023	Effectiveness of Cherry leaf Extract in Controlling the Fungus <i>Colletotrichum capsici</i> which causes anthracnose disease ...	Amf
9	31/10 2023	Deteksi Aktivitas Gen Cellulose Synthase Like - A (CSLA) and GDP - Mannose Pyrophosphorylase (GMP) pada porang sintetik hasil mutasi dengan kolikiin	Amf
10	31/10 2023	Deteksi Aktivitas gen Cellulose Synthase Like - D (CSLD) dan UDP - Glucose Pyrophosphorylase (UGP) pada porang sintetik hasil mutasi dengan kolikiin	Amf
11	01/11 2023	Pengaruh Suhu Pasteurisasi dan Lama Penyimpanan Susu Pasteurisasi di Refrigerator terhadap Cemaran Bakteri <i>Staphylococcus aureus</i>	Amf
12	01/11 2023	Pengaruh Pelapis Sodium Alginate dan kalsium klorida terhadap Kualitas dan Umur Simpan Apel potong segar	Amf
13	06/11 2023	Induksi Akar Krisan dengan penambahan Thiamin secara <i>In Vitro</i>	Amf
14	1/12 2023	Pengaruh Substitusi AB Mix menggunakan Per-Ulin Kelinci terhadap Pertumbuhan & Hasil Tanaman Pepaya secara Hidroponik Sistem Substrat	Amf

Pembimbing Skripsi

Suyono, M.P.  
NIP. 197106222003121002

Malang, 05 Januari, 2024  
Ketua Panitia

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

Keterangan:

Tanda tangan dan cap resmi pembimbing skripsi



KEMENTERIAN AGAMA  
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](mailto:info@uin-malang.ac.id)

### JURNAL BIMBINGAN SKRIPSI/TESIS/DISERTASI

#### IDENTITAS MAHASISWA

NIM : 200602110001  
Nama : ELRA RAIQAH PRIHARTONO  
Fakultas : SAINS DAN TEKNOLOGI  
Jurusan : BIOLOGI  
Dosen Pembimbing 1 : SUYONO,M.P  
Dosen Pembimbing 2 : KIVAH AHA PUTRA,M.Pd.I  
Judul Skripsi/Tesis/Disertasi : Pengaruh Induksi Sinar Gamma Cobalt-60 Terhadap Morfologi dan Anatomi Tanaman Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) pada Generasi Ketiga Asal Eksplan Daun

#### IDENTITAS BIMBINGAN

No	Tanggal Bimbingan	Nama Pembimbing	Deskripsi Proses Bimbingan	Tahun Akademik	Status
1	02 November 2023	SUYONO,M.P	Fiksasi judul skripsi	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
2	17 November 2023	SUYONO,M.P	Revisi bab 1	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
3	20 November 2023	SUYONO,M.P	Revisi bab 1	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
4	21 November 2023	SUYONO,M.P	Revisi bab 2 dan fiksasi bab 1	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
5	21 November 2023	KIVAH AHA PUTRA,M.Pd.I	Revisi agama di bab 1	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
6	22 November 2023	KIVAH AHA PUTRA,M.Pd.I	Fiksasi ayat al-quran di bab 1	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
7	01 Desember 2023	SUYONO,M.P	Revisi bab 2 dan bab 3	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
8	20 Desember 2023	SUYONO,M.P	Revisi bab 2 dan bab 3	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
9	26 Desember 2023	SUYONO,M.P	Revisi bab 2 dan bab 3	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
10	10 Januari 2024	KIVAH AHA PUTRA,M.Pd.I	Revisi ayat di bab 2	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
11	12 Januari 2024	KIVAH AHA PUTRA,M.Pd.I	Fiksasi ayat di bab 2	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
12	25 Oktober 2024	SUYONO,M.P	Bimbingan bab 4	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi
13	29 Oktober 2024	KIVAH AHA PUTRA,M.Pd.I	Bimbingan bab 4 tinjauan Al-Qur'an	Ganjil 2023/2024	Sudah Dikoreksi

Dosen Pembimbing 2

Kivah Aha Putra, M.Pd.I  
NIP. 19900425 202321 1 024



Telah disetujui  
Untuk mengajukan Ujian Skripsi/Tesis/Desertasi

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

Malang,

Dosen Pembimbing 1

Suyono, M.P  
NIP. 19710622 200312 1 002



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

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

**Form Checklist Plagiasi**

**Nama** : Elra Raiqah Prihartono  
**NIM** : 200602110001  
**Judul** : Pengaruh Induksi Sinar Gamma Cobalt-60 terhadap Morfologi dan Anatomi Tanaman Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) pada Generasi Ketiga Asal Eksplan Daun

No	Tim Check plagiasi	Skor Plagiasi	TTD
1	Azizatur Rohmah, M.Sc		
2	Berry Fakhry Hanifa, M.Sc		
3	Bayu Agung Prahardika, M.Si		
4	Tyas Nyonita Punjungsari, M.Sc		
5	Maharani Retna Duhita, M.Sc., PhD.Med.Sc	17%	

Mengetahui,  
Ketua Program Studi Biologi

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