

**SKRIPSI**

**INDUKSI KALUS KOPI ROBUSTA *Coffea canephora* L. DENGAN  
PENAMBAHAN HORMON 2,4 DICHLOROPHENOXYACETIC ACID  
DAN EKSTRAK TOMAT *Solanum lycopersicum* SECARA IN VITRO**

**NURUL RIFQAH FAHIRA**

**H041 19 1088**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

**INDUKSI KALUS KOPI ROBUSTA *Coffea canephora* L. DENGAN  
PENAMBAHAN HORMON 2,4 DICHLOROPHENOXYACETIC ACID  
DAN EKSTRAK TOMAT *Solanum lycopersicum* SECARA IN VITRO**

**SKRIPSI**

*Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Biologi  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Hasanuddin*



**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR**

**2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**INDUKSI KALUS KOPI ROBUSTA *Coffea canephora* L. DENGAN  
PENAMBAHAN HORMON 2,4 DICHLOROPHENOXYACETIC ACID  
DAN EKSTRAK TOMAT *Solanum lycopersicum* SECARA IN VITRO**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**NURUL RIFQAH FAHIRA**

**H041191088**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu  
Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin  
pada tanggal 27 Juli 2023  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pertama



Dr. Andi Ilham Latunra, M.Si.  
NIP. 196702071992031001



Dr. Eva Johannes, M.Si.  
NIP. 196102171986012001

Ketua Program Studi,

  


Dr. Magdalena Litaay, M.Sc.  
NIP. 196409291989032002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nurul Rifqah Fahira

NIM : H041191088

Program Studi : Biologi

Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

**INDUKSI KALUS KOPI ROBUSTA *Coffea canephora* L. DENGAN  
PENAMBAHAN HORMON 2,4 DICHLOROPHENOXYACETIC ACID  
DAN EKSTRAK TOMAT *Solanum lycopersicum* SECARA IN VITRO**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambil alihan tulisan orang lain bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, Juli 2023



Nurul Rifqah Fahira

## KATA PENGANTAR

Segala ucapan puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Swt, yang telah merengkuh penulis dalam limpahan rahman, taufik dan hidayah-Nya, sehingga skripsi dengan judul **“Induksi Kalus Kopi Robusta *Coffea canephora* L. dengan Penambahan Hormon 2,4 Dichlorophenoxyacetic acid dan Ekstrak Tomat *Solanum lycopersicum* secara In Vitro”** dapat terselesaikan pada waktu yang dihendaki-Nya. Shalawat dan salam senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad saw yang telah membawa pelita Islam sebagai penerang hati umat manusia dalam gelapnya dunia ini.

Skripsi ini disusun sebagai salah satu persyaratan penyelesaian studi sarjana Strata Satu (S1) di Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Selama penyusunan skripsi ini, tidak sedikit bantuan, dan dukungan yang diberikan berbagai pihak, baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih terutama kepada kedua orang tua penulis Dr. Junaedi, S.P., M.Si., dan Dr. Syahrini Thamrin, S.P., M.Si., yang telah mendoakan segala kebaikan dan mengusahakan yang terbaik untuk anaknya. Kemudian, kepada kedua saudara penulis Muh. Ishfan Futhifar, S.S., dan Iffah Rasyadah Karima yang telah membantu dan mendukung penyelesaian studi ini.

Penulis mengucapkan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Andi Ilham Latunra, M.Si., selaku pembimbing utama dan Ibu Dr. Eva Johannes, M.Si., selaku pembimbing pertama atas waktu yang telah diluangkan untuk memberikan penulis arahan, masukan dan dukungan sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis juga mengucapkan dengan tulus rasa syukur dan terima kasih kepada :

- Rektor Universitas Hasanuddin, Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc., yang telah memberikan fasilitas demi kelancaran studi penulis dalam lingkungan Universitas Hasanuddin.
- Bapak Dr. Eng. Amiruddin, M.Si., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, beserta seluruh staf yang telah memberi petunjuk dan bantuan berkaitan akademik dan administrasi.
- Ibu Dr. Magdalena Litaay, M. Sc., selaku Ketua Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Terima kasih atas motivasi, dan saran yang telah diberikan kepada penulis.
- Bapak Drs. Munif Said Hassan, M.S., dan Ibu Dr. Nur Haedar, S.Si., M.Si., selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik dan saran yang mendorong kelancaran penelitian penulis.
- Bapak/Ibu Dosen, dan staf Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam yang telah memberikan ilmu pengetahuan, dan berbagai bantuan lainnya selama penulis menjalani studi.
- Bapak Mansyur, Ibu I Darni Tenri Pada, Bapak Badaruddin, dan seluruh staf Balai Tanaman Pangan, Hortikultura, dan Perkebunan yang telah dengan murah hati membagikan pengetahuan terkait kultur jaringan kepada penulis selama masa magang di Instalasi Laboratorium Kultur Jaringan Bonto-Bonto.
- Kepada Kanda Ardiansyah, S.Si., yang telah memberikan banyak dorongan, dan masukan dalam penyusunan skripsi ini.
- Kepada sahabat-sahabat saya Fajar Ariyanti, Dian Wana Lestari, Apriliyani, Nuril Mutmainna, Nurul Amalia, Nurkhalisa Amati, Nur Azizah Ibrahim,

Sita, Fausia, Nur Aisyah Zainnuddin, Nurfaradillah Musa, Mega Aulia Putri, Fadila Dwi Annisa, Rezky Wahyuni Imran, dan Zhafira. Terima kasih atas dukungan, perhatian, motivasi dan saran yang diberikan sehingga dapat membantu penulis menjadi pribadi yang lebih baik. Terima kasih telah sudi menjadi tempat peristirahatan yang nyaman. dalam suka maupun duka.

- Kakak Nicen Marianty, S.Si., yang telah dengan ramah membantu menjawab berbagai pertanyaan penulis dan terus memberikan semangat bagi penulis.
- Teman-teman pengurus BE Himbio FMIPA Unhas periode 2021/2022 yang telah memberikan dukungan dan kebersamaan di saat suka maupun duka.
- Teman-teman Biologi Unhas 2019, Biot19ris, dan MIPA Unhas 2019 yang telah membagikan beragam sudut pandang baru bagi penulis.
- Adik-adik biologi 2020, 2021, dan 2022 yang telah memberikan semangat dan memotivasi penulis dalam menyelesaikan perkuliahan ini.

Penulis menyadari bahwa pada skripsi ini masih terdapat keluputan dan kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak guna memperbaiki kekeliruan dalam skripsi ini. Penulis mengucapkan terima kasih secara tulus kepada seluruh pihak yang telah turut andil dalam penyusunan skripsi ini. Semoga segala kebaikan yang telah diberikan mendapatkan imbalan yang lebih baik lagi. Selanjutnya penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat sebagai referensi bagi pihak yang memerlukan.

Makassar, 5 Juni 2023

Penulis

## ABSTRAK

Kopi merupakan komoditas perdagangan unggulan yang penting dalam sektor ekonomi Indonesia. Kopi Robusta *Coffea canephora* L. banyak digemari dengan cita rasanya yang lebih pahit. Namun, produktivitas kopi robusta menurun akibat gangguan patogen dan waktu budidaya yang lama. Kultur jaringan menjadi alternatif budidaya dengan beragam keunggulan. Keberhasilan kultur jaringan dipengaruhi oleh zat pengatur tumbuh (ZPT) yang digunakan. Hormon 2,4 dichlorophenoxyacetic acid telah menjadi ZPT sintetis yang umum digunakan dalam budidaya in vitro karena kestabilannya. Sumber ZPT lainnya dapat diperoleh secara alami, misalnya pada buah tomat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan hormon 2,4-dichlorophenoxyacetic acid dan ekstrak tomat *Solanum lycopersicum* serta konsentrasi yang tepat untuk induksi kalus kopi robusta *Coffea canephora* L. secara in vitro. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi ekstrak tomat (0%; 7,5%; 10%; dan 12,5%). Sementara itu, faktor kedua berupa konsentrasi 2,4 dichlorophenoxyacetic acid (0 ppm; 1 ppm; 2 ppm; dan 3 ppm). Parameter pengamatan meliputi persentase pembentukan kalus, waktu tumbuh kalus, berat basah kalus, warna kalus, dan tekstur kalus. Data kuantitatif yang diperoleh dianalisis dengan uji *Kruskal-Wallis* yang dilanjutkan dengan Uji *Mann-Whitney* untuk membandingkan perbedaan pengaruh tiap perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di antara kombinasi perlakuan lainnya, perlakuan dengan penambahan 2 ppm 2,4-D dan 10% ekstrak tomat (T<sub>2</sub>D<sub>2</sub>) memberikan pengaruh paling baik dalam menginduksi kalus kopi robusta *Coffea canephora* L.

**Kata Kunci:** induksi kalus, kopi robusta, zat pengatur tumbuh alami, ekstrak tomat.

## ABSTRACT

Coffee is an important leading trade commodity in Indonesia. Robusta coffee *Coffea canephora* is preferred for its bitter taste. However, robusta coffee productivity decreased due to pathogenic disturbances and long cultivation times. Tissue culture is an alternative to cultivation with various advantages. The plant growth regulators (PGR) influence tissue culture's success. Due to its stability, 2,4 dichlorophenoxyacetic acid has become a common synthetic PGR. PGR can be obtained from natural ingredients, such as tomatoes. This study aimed to analyze the effect of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid hormone and tomato extract *Solanum lycopersicum* addition and its appropriate concentration for callus induction of robusta coffee *Coffea canephora* L. *in vitro*. This research conducted at the Tissue Culture Laboratory, Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Hasanuddin University. This study used a Complete Randomized Design with two factors. The first factor was the concentration of tomato extract (0%; 7.5%; 10%; and 12.5%). Meanwhile, the second factor was the concentration of 2,4 dichlorophenoxyacetic acid (0 ppm; 1 ppm; 2 ppm; and 3 ppm). Observation parameters include the percentage of callus formation, callus growing time, callus fresh weight, callus color, and callus texture. The quantitative data were analyzed by the Kruskal-Wallis test followed by the Mann-Whitney Test to compare the effect of each treatment. The results showed that among other treatment combinations, treatment with the addition of 2 ppm 2,4-D and 10% tomato extract (T<sub>2</sub>D<sub>2</sub>) had the best effect in inducing the callus of robusta coffee *Coffea canephora* L.

**Keywords:** callus induction, robusta coffee, natural growth regulators, tomato extract.

## DAFTAR ISI

<b>Halaman Judul</b> .....	ii
<b>Lembar Pengesahan Skripsi</b> .....	iii
<b>Pernyataan Keaslian</b> .....	iv
<b>Kata Pengantar</b> .....	v
<b>Abstrak</b> .....	viii
<b>Abstract</b> .....	ix
<b>Daftar Isi</b> .....	x
<b>Daftar Tabel</b> .....	xiii
<b>Daftar Gambar</b> .....	xiv
<b>Daftar Lampiran</b> .....	xv
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
I.1. Latar Belakang .....	1
I.2. Tujuan Penelitian .....	4
I.3. Manfaat Penelitian .....	4
I.4 Waktu dan Lokasi Penelitian .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
II.1 Kopi <i>Coffea</i> sp. ....	5
II.1.1 Kopi Robusta <i>Coffea canephora</i> L. ....	6
II.1.2 Morfologi Kopi Robusta <i>Coffea canephora</i> L.....	7
II.2 Teknologi Kultur Jaringan .....	9
II.3 Zat Pengatur Tumbuh.....	11

II.3.1	Hormon 2,4-dichlorophenoxyacetic acid.....	12
II.3.2	Ekstrak Tomat sebagai Zat Pengatur Tumbuh Alami.....	12
<b>BAB III</b>	<b>METODE PENELITIAN .....</b>	<b>14</b>
III.1	Alat dan Bahan.....	14
III.1.1	Alat.....	14
III.2.2	Bahan.....	14
III.2	Rancangan Penelitian.....	14
III.3	Prosedur Penelitian.....	15
III.3.1	Sterilisasi.....	15
III.3.1.1	Sterilisasi Alat dan Bahan.....	15
III.3.1.2	Sterilisasi Ruang Kerja.....	15
III.3.1.3	Sterilisasi Eksplan.....	16
III.3.2	Pembuatan Larutan Stok.....	16
III.3.2.1	Pembuatan Larutan Stok ZPT.....	16
III.3.2.2	Pembuatan Larutan Stok Ekstrak Tomat.....	16
III.3.3	Pembuatan Media.....	17
III.3.3.1	Pembuatan Media MS.....	17
III.3.3.2	Pembuatan Media MS +Ekstrak Tomat.....	17
III.3.3.3	Pembuatan Media MS + 2,4-D.....	18
III.3.3.4	Pembuatan Media MS +Ekstrak Tomat + 2,4-D.....	18
III.3.4	Penanaman Eksplan.....	19
III.3.5	Pemeliharaan Eksplan.....	19
III.3.6	Parameter Pengamatan Kalus.....	20

III.5 Analisis Data .....	21
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>22</b>
IV.1 Persentase Pembentukan Kalus Kopi Robusta <i>Coffea canephora</i> L. ....	22
IV.2 Waktu Tumbuh Kalus Kopi Robusta <i>Coffea canephora</i> L.....	25
IV.3 Berat Basah Kalus Kopi Robusta <i>Coffea canephora</i> L. ....	29
IV.4 Warna dan Tekstur Kalus Kopi Robusta <i>Coffea canephora</i> L. ....	32
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>33</b>
V.1 Kesimpulan .....	33
V.3 Saran .....	33
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>34</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>39</b>

## DAFTAR TABEL

TABEL		HALAMAN
1	Pembuatan Media MS + 2,4-D + Ekstrak tomat.....	18
2	Hasil Uji Lanjut <i>Mann-Whitney</i> pada Persentase Pembentukan Kalus dalam 60 HST .....	23
3	Hasil Uji Lanjut <i>Mann-Whitney</i> pada Waktu Tumbuh Kalus.	27
4	Hasil Uji Lanjut <i>Mann-Whitney</i> pada Berat Basah Kalus.....	30
5	Warna dan Tekstur Kalus Kopi Robusta <i>Coffea canephora</i> L. ....	32

## DAFTAR GAMBAR

GAMBAR		HALAMAN
1	Morfologi Kopi Robusta ( <i>Coffea canephora</i> L.).....	9
2	Grafik Persentase Pembentukan Kalus Kopi Robusta.....	22
3	Grafik rata-rata waktu tumbuh kalus Kopi Robusta <i>Coffea canephora</i> L. pada 60 HST.....	25
4	Grafik rata-rata berat basah kalus Kopi Robusta <i>Coffea canephora</i> L. pada 60 HST. ....	29
5	Warna Kalus Kopi Robusta <i>Coffea canephora</i> L. ....	33
6	Tekstur Kalus Kopi Robusta <i>Coffea canephora</i> L. ....	34

## DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN		HALAMAN
1	Pembuatan Larutan Stok 2,4 dichlorophenoxyacetic acid .....	39
2	Perhitungan Pengambilan 2,4 dichlorophenoxyacetic acid dalam Larutan Stok .....	39
3	Perhitungan Pengambilan Ekstrak Tomat dalam Larutan Stok.....	40
4	Skema Kerja .....	41
5	Pengambilan Sampel Kopi Robusta <i>Coffea canephora</i> .....	42
6	Sterilisasi .....	42
7	Pembuatan Larutan Stok .....	43
8	Prosedur Pembuatan Media.....	44
9`	Inisiasi Eksplan Daun Kopi Robusta <i>Coffea canephora</i> L. ....	50
10	Pemeliharaan Eksplan Daun Kopi Robusta <i>Coffea canephora</i> L. ....	52
11	Pengamatan Eksplan Daun Kopi Robusta <i>Coffea canephora</i> L. ....	52
12	Hasil Pengamatan Kalus Kopi Robusta <i>Coffea canephora</i> L. ....	53
13	Hasil Pengamatan Persentase Pembentukan Kalus Kopi Robusta <i>Coffea canephora</i> L.....	56
14	Hasil Pengamatan Kalus Kopi Robusta <i>Coffea canephora</i> L. Berdasarkan Tiap Parameter .....	58
15	Tabel Uji Normalitas dan Homogenitas pada Persentase Pembentukan Kalus.....	58
16	Tabel Uji <i>Kruskal-Wallis</i> dan Uji <i>Mann Whitney</i> pada Persentase Pembentukan Kalus.....	59
17	Tabel Uji Normalitas dan Homogenitas pada Waktu Tumbuh Kalus	60
18	Tabel Uji <i>Kruskal-Wallis</i> dan Uji <i>Mann Whitney</i> pada Waktu Tumbuh Kalus .....	60

19	Tabel Uji Normalitas dan Homogenitas pada Berat Basah Kalus.....	62
20	Uji <i>Kruskal-Wallis</i> dan Uji <i>Mann Whitney</i> pada Berat Basah Kalus.	62

## ABSTRAK

Kopi merupakan komoditas perdagangan unggulan yang penting dalam sektor ekonomi Indonesia. Kopi Robusta *Coffea canephora* L. banyak digemari dengan cita rasanya yang lebih pahit. Namun, produktivitas kopi robusta menurun akibat gangguan patogen dan waktu budidaya yang lama. Kultur jaringan menjadi alternatif budidaya dengan beragam keunggulan. Keberhasilan kultur jaringan dipengaruhi oleh zat pengatur tumbuh (ZPT) yang digunakan. Hormon 2,4 dichlorophenoxyacetic acid telah menjadi ZPT sintetis yang umum digunakan dalam budidaya in vitro karena kestabilannya. Sumber ZPT lainnya dapat diperoleh secara alami, misalnya pada buah tomat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh penambahan hormon 2,4-dichlorophenoxyacetic acid dan ekstrak tomat *Solanum lycopersicum* serta konsentrasi yang tepat untuk induksi kalus kopi robusta *Coffea canephora* L. secara in vitro. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan, Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan dua faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi 2,4 dichlorophenoxyacetic acid (0 ppm; 1 ppm; 2 ppm; dan 3 ppm). Sementara itu, faktor kedua berupa konsentrasi ekstrak tomat (0%; 7,5%; 10%; dan 12,5%). Parameter pengamatan meliputi persentase pembentukan kalus, waktu tumbuh kalus, berat basah kalus, warna kalus, dan tekstur kalus. Data kuantitatif yang diperoleh dianalisis dengan uji *Kruskal-Wallis* yang dilanjutkan dengan Uji *Mann-Whitney* untuk membandingkan perbedaan pengaruh tiap perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di antara kombinasi perlakuan lainnya, perlakuan dengan penambahan 2 ppm 2,4-D maupun 3 ppm 2,4-D dan 10% ekstrak tomat (T<sub>2</sub>D<sub>2</sub> dan T<sub>2</sub>D<sub>3</sub>) memberikan pengaruh paling baik dalam menginduksi kalus kopi robusta *Coffea canephora* L.

**Kata Kunci:** induksi kalus, kopi robusta, zat pengatur tumbuh alami, ekstrak tomat.

## ABSTRACT

Coffee is an important leading trade commodity in Indonesia. Robusta coffee *Coffea canephora* is preferred for its bitter taste. However, robusta coffee productivity decreased due to pathogenic disturbances and long cultivation times. Tissue culture is an alternative to cultivation with various advantages. The plant growth regulators (PGR) influence tissue culture's success. Due to its stability, 2,4 dichlorophenoxyacetic acid has become a common synthetic PGR. PGR can be obtained from natural ingredients, such as tomatoes. This study aimed to analyze the effect of 2,4-dichlorophenoxyacetic acid hormone and tomato extract *Solanum lycopersicum* addition and its appropriate concentration for callus induction of robusta coffee *Coffea canephora* L. *in vitro*. This research conducted at the Tissue Culture Laboratory, Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Hasanuddin University. This study used a Complete Randomized Design with two factors. The first factor was the concentration of 2,4 dichlorophenoxyacetic acid (0 ppm; 1 ppm; 2 ppm; and 3 ppm). Meanwhile, the second factor was the concentration of tomato extract (0%; 7.5%; 10%; and 12.5%). Observation parameters include the percentage of callus formation, callus growing time, callus fresh weight, callus color, and callus texture. The quantitative data were analyzed by the Kruskal-Wallis test followed by the Mann-Whitney Test to compare the effect of each treatment. The results showed that among other treatment combinations, treatment with the addition of 2 ppm 2,4-D or 3 ppm 2,4-D and 10% tomato extract (T<sub>2</sub>D<sub>2</sub> and T<sub>2</sub>D<sub>3</sub>) had the best effect in inducing the callus of robusta coffee *Coffea canephora* L.

**Keywords:** callus induction, robusta coffee, natural growth regulators, tomato extract.

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **I.1 Latar Belakang**

Kopi merupakan komoditas perkebunan yang paling banyak diperdagangkan di dunia. *International Coffee Organization (ICO)* mencatat produksi kopi dunia telah mencapai 10.2 juta ton pada tahun 2020 (Velásquez dan Banchón, 2022). Kopi sebagai komoditas unggulan perdagangan telah diproduksi di lebih dari 50 negara berkembang, termasuk Indonesia. Indonesia berpengaruh besar sebagai produsen kopi terkemuka di dunia. Data *Food and Agriculture Organization of United Nation (FAO)* tahun 2017 menunjukkan kontribusi Indonesia sebagai negara penghasil kopi terbesar keempat di dunia setelah Kolombia, Brasil, dan Vietnam (Rismayanti dan Nafi'ah, 2021).

Komoditas kopi memiliki peluang ekspor dan peluang pemasaran yang semakin tinggi setiap tahun. Ekspor kopi Indonesia berperan penting terhadap sektor ekonomi. Kopi merupakan produk potensial sebagai penghasil devisa, penyedia lapangan pekerjaan, serta sumber pendapatan masyarakat yang terlibat pada pengolahan, maupun pemasaran kopi (Amalia dan Ningsih, 2021).

Kecenderungan peningkatan pasar kopi perlu dimanfaatkan untuk pengembangan kopi nasional. Data Badan Pusat Statistik (BPS) menunjukkan adanya peningkatan total luas perkebunan rakyat di Indonesia. Pada tahun 2017 total luas perkebunan kopi rakyat 1.192 juta hektar, lalu meningkat menjadi 1.215 juta hektar pada tahun 2019. Namun, peningkatan luas areal perkebunan ini ternyata

tidak disertai dengan peningkatan produktivitas dan mutu kopi nasional (Rismayanti dan Nafi'ah, 2021).

Kopi robusta *Coffea canephora* L. memegang peranan ekonomi penting secara global. Kopi robusta banyak digemari dengan cita rasanya yang lebih kuat dan pahit. Cita rasa ini terbentuk oleh kandungan asam klorogenat dan kafein yang tinggi pada kopi robusta. Namun, toleransi *Coffea canephora* L. terhadap patogen seringkali terganggu oleh lingkungan dan teknik kultur (Velásquez dan Banchón, 2022). Kendala lainnya terhadap produktivitas kopi disebabkan oleh dibutuhkannya waktu yang lama untuk dapat menghasilkan kultivar yang tersedia secara komersial melalui teknik pemuliaan kopi secara konvensional (Gruita *et al.*, 2019).

Pengembangan kultur jaringan dapat diterapkan sebagai metode budidaya non-konvensional dengan beragam keunggulan. Melalui teknik kultur jaringan dapat diperoleh tanaman yang identik secara genetik dan terhindar dari hama. Pelaksanaan kultur jaringan juga membutuhkan waktu yang relatif singkat dan dapat terjadi secara kontinu tanpa dipengaruhi faktor alam (Habibah *et al.*, 2021).

Pada kultur tanaman secara *in vitro*, induksi kalus berperan dalam regenerasi secara tidak langsung. Kalus yang tumbuh dari pembengkakan akan melalui organogenesis dan embriogenesis hingga membentuk tanaman baru. Pelengkungan dan pembengkakan eksplan dipengaruhi oleh konsentrasi zat pengatur tumbuh yang ditambahkan pada media kultur. Keberhasilan perbanyakan tanaman secara *in vitro* sulit terlaksana tanpa adanya penambahan zat pengatur tumbuh (Fitroh *et al.*, 2018). Konsentrasi zat pengatur tumbuh yang diberikan juga dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Pemberian zat pengatur tumbuh dengan konsentrasi yang

berlebih berpotensi mengganggu pembelahan sel dan kalus, sehingga menghambat pertumbuhan akar. Sementara itu, pemberian zat pengatur tumbuh pada konsentrasi yang terlalu rendah dapat menurunkan efektivitas dari zat pengatur tumbuh tersebut (Irothul dan Amilah, 2019).

Buah tomat merupakan bahan alami yang potensial sebagai penyedia berbagai senyawa seperti antioksidan, vitamin, serat, dan protein. Penambahan ekstrak tomat dalam kultur *in vitro* menunjukkan efek serupa dengan zat pengatur tumbuh serta *anti browning* alami (Helena *et al.*, 2022). Beberapa penelitian sebelumnya, telah membuktikan adanya pengaruh positif penambahan ekstrak tomat *Solanum lycopersicum* terhadap pertumbuhan tanaman dalam budidaya tanaman secara *in vitro*. Dewi *et al.* (2021) dalam penelitiannya menemukan bahwa penambahan ekstrak buah tomat pada media pertumbuhan mampu menyebabkan peningkatan pertumbuhan anggrek *Dendrobium striaenopsis*.

Berdasarkan uraian di atas, ekstrak buah tomat *Solanum lycopersicum* telah terbukti memiliki kandungan senyawa esensial bagi pertumbuhan serta dapat berperan sebagai zat pengatur tumbuh alami pada beberapa tanaman seperti anggrek *Dendrobium striaenopsis*. Namun, belum ditemukan penelitian yang menerapkan ekstrak buah tomat *Solanum lycopersicum* sebagai zat pengatur tumbuh alami untuk menginduksi kalus pada kopi robusta *Coffea canephora* L.. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memperoleh informasi ilmiah terkait konsentrasi penambahan hormon 2,4 dichlorophenoxyacetic acid dan ekstrak tomat *Solanum lycopersicum* yang sesuai untuk induksi kalus kopi robusta *Coffea canephora* L. secara *in vitro*.

## **I.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh penambahan hormon 2,4-dichlorophenoxyacetic acid dan ekstrak tomat *Solanum lycopersicum* serta mendapatkan konsentrasi yang tepat untuk induksi kalus kopi robusta *Coffea canephora* L. secara *in vitro*.

## **I.3 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini diharapkan dapat menyajikan informasi terkait konsentrasi yang tepat penambahan hormon 2,4-dichlorophenoxyacetic acid dan ekstrak buah tomat *Solanum lycopersicum* dalam induksi kalus kopi robusta *Coffea canephora* L. sehingga dapat menjadi solusi dalam perbanyakan tanaman kopi secara *in vitro*.

## **I.4 Waktu dan Tempat Penelitian**

Penelitian dilaksanakan pada bulan Januari 2023 sampai Mei 2023. Penelitian dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **II.1 Kopi *Coffea* sp.**

Kopi merupakan minuman yang paling banyak dikonsumsi manusia setelah air. Berdasarkan data *National Coffee Association* USA, konsumsi kopi harian di dunia mencapai sekitar 2,25 miliar cangkir kopi, dengan total konsumsi per tahun mencapai sekitar 500 miliar. Senyawa utama seperti kafein, asam klorogenat, dan trigonellin terkandung dalam kopi. Berbagai penelitian telah menunjukkan dampak positif dari konsumsi kopi moderat pada sistem saraf, kardiovaskular, pencernaan, serta fungsi ginjal (Surma dan Oparil, 2021).

Indonesia berperan penting dalam produksi kopi terkemuka di dunia. *International Coffee Organization* mencatat kontribusi Indonesia sebagai negara penghasil kopi terbesar keempat di dunia setelah Kolombia, Brasil, dan Vietnam. Pada tahun 2017, tingkat ekspor kopi Indonesia mencapai sekitar 12% dari produksi kopi dunia, tepat di bawah Brasil dan Vietnam (Lizawati *et al.*, 2020).

*Coffea* adalah genus kopi yang termasuk dalam Famili Rubiaceae, Subfamili Ixoroideae. Genus *Coffea* terbagi menjadi dua subgenus yakni *Coffea* dan *Baracoffea*. Genus *Coffea* melingkupi 125 spesies dan telah dibudidayakan secara luas di Amerika Selatan, Amerika Tengah, Meksiko, Asia, Oseania, dan Afrika (Ferreira *et al.*, 2019).

*Coffea* adalah tanaman perenial dengan habitus semak hingga pohon yang memiliki tinggi pada kisaran 3-3.5 m. Tanaman kopi dapat menghasilkan biji

berwarna merah setelah sekitar 35 tahun. Kopi yang secara komersial menjadi komoditas penting dan banyak dibudidayakan di dunia hanya bersumber dari dua spesies utama, yakni kopi arabika *Coffea arabica* L. dan kopi robusta *Coffea canephora* L. Kopi arabika berkontribusi terhadap 65% produksi kopi dunia. Sementara itu, kopi robusta menyumbang 35% terhadap produksi kopi dunia. Beberapa spesies lain seperti kopi liberika *Coffea liberica*, kopi excelsa *Coffea deweurei* var. *excelsa*, dan *Coffea congensis* hanya diperdagangkan dalam jumlah yang kecil (Gruita *et al.*, 2019).

### **II.1.1 Kopi Robusta *Coffea canephora* L.**

Kopi robusta *Coffea canephora* L. merupakan kopi dengan variabilitas tinggi dibandingkan jenis *Coffea* lainnya. Distribusi awal kopi robusta terjadi pada waktu yang hampir sama di Afrika daerah barat dan tengah. Kopi robusta dibedakan menjadi dua kelompok, yakni kelompok Guinean yang berasal dari bagian barat Afrika, dan Congolese yang berasal dari bagian tengah Afrika. Kopi robusta *Coffea canephora* L. dibagi menjadi dua varietas utama, yaitu *Coffea canephora* var. *robusta* dan *Coffea canephora* var. *kouilou*. Kultivar yang banyak dibudidayakan di Indonesia adalah *Coffea canephora* var. *robusta*. Kopi robusta asal Indonesia memiliki rasa yang unik, karena kopi robusta asal Indonesia termasuk kelompok *Congolese* yang lebih diminati daripada kelompok *Guinean* (Puslitkoka, 2016).

Data Asosiasi Eksportir Kopi Indonesia (AEKI) menunjukkan tingkat ekspor kopi tertinggi pada kopi robusta dengan persentase volume ekspor per tahun yang mencapai angka 85% (Sakiroh dan Ibrahim, 2020). Kopi robusta memiliki rasa yang kuat dan pahit karena kandungan sukrosa yang rendah, tetapi

tinggi kafein dan asam klorogenat. Kopi robusta seringkali dijadikan bahan baku industri untuk dicampur dengan kopi arabika (Velásquez dan Banchón, 2022).

Kopi robusta *Coffea canephora* L. tumbuh pada dataran rendah dengan ketinggian 800 m di atas permukaan laut. Umumnya, kopi robusta tumbuh subur pada suhu 18-36°C dengan curah hujan tahunan 2.000-3.000 mm/tahun. Tanaman ini memiliki resistensi yang lebih baik terhadap hama dan toleran terhadap naungan cahaya (Lim, 2013). Namun, pertumbuhan kopi robusta dapat terganggu oleh beberapa penyakit seperti bintik-bintik daun yang ditimbulkan fungi *Mycena citricolor*, gangguan kutu hijau *Coccus viridis* dan gangguan patogen tanaman jamur *Mycosphaerella coffeicola* (Velásquez dan Banchón, 2022).

Berdasarkan taksonomi tumbuhan spermatophyta (Tjitroesoepomo, 2002) klasifikasi dari kopi robusta *Coffea canephora* L, dapat diurutkan sebagai berikut:

Regnum : Plantae  
Divisio : Spermatophyta  
Classis : Dicotyledoneae  
Ordo : Rubiales  
Familia : Rubiaceae  
Genus : *Coffea*  
Spesies : *Coffea canephora* L.

### **II.1.2 Morfologi Kopi Robusta *Coffea canephora* L.**

Kopi robusta *Coffea canephora* L. merupakan tumbuhan perenial dengan habitus berupa pohon atau semak kecil. Umumnya, kopi robusta dapat mencapai tinggi 3-6,5 meter dengan cabang yang panjang dan fleksibel (Lim, 2013). Kopi

robusta dicirikan dengan habitus pertumbuhan yang tegak, kokoh, dan lebar (Puslitkoka, 2016). Pertumbuhan kopi robusta bersifat dimorfik. Batang utama pada kopi robusta tumbuh secara vertikal dan cabang tumbuh secara horizontal (Ferrão *et al.*, 2013).



**Gambar 1.** Morfologi Kopi Robusta (*Coffea canephora* L.): A. Daun; B. Buah; C. Bunga (Ferreira, *et al.*, 2019)

Buah tanaman kopi robusta *Coffea canephora* L. berbentuk lonjong berwarna hijau dan berubah menjadi merah saat matang. Pada buah kopi robusta biasanya terdapat dua biji. Biji kopi robusta berbentuk bulat telur (*ovoid*) dan ukurannya lebih besar dari biji kopi arabika. Kopi robusta memiliki daun berbentuk lonjong-elips hingga elips lebar dengan ukuran panjang 20-35 cm dan lebar 6-15 cm. Ujung daun kopi robusta meruncing (*acuminatus*) dengan pangkal tumpul (*obtusus*) hingga segitiga sungsang (*cuneatus*). Tepi daun dari tanaman kopi robusta bergelombang (*undulate*) (Lim, 2013). Daun kopi robusta seringkali berwarna lebih terang, dan lebih besar dari kopi arabika. Kopi robusta memiliki bunga putih dan harum. Bunga-bunga ini tersusun dalam rangkaian bunga majemuk berbatas (*inflorescentia cymosa*). Bunga pada kopi robusta umumnya lebih banyak dan lebih besar dari bunga kopi arabika (Ferreira *et al.*, 2019).

## II.2 Teknologi Kultur Jaringan

Kultur jaringan merupakan metode budidaya tanaman secara non-konvensional yang memanfaatkan bagian tanaman induk, baik protoplasma, sel, jaringan, atau organ untuk diisolasi dan dikulturkan dalam kondisi aseptik, sehingga mampu kembali membentuk tanaman utuh. Penerapan teknologi kultur jaringan dapat dilakukan dengan beragam tujuan, seperti perbanyakan tanaman (mikropropagasi), perbaikan kualitas tanaman, sumber produksi metabolit sekunder, maupun upaya konservasi tanaman langka (Habibah *et al.*, 2021). Kultur jaringan menjadi alternatif terbaik dalam upaya memperoleh tanaman dengan sifat unggul, resisten terhadap hama dan tidak tergantung terhadap faktor lingkungan. Perbanyakan tanaman melalui kultur jaringan juga memungkinkan dihasilkannya tanaman yang identik dalam waktu singkat (Rismayanti dan Nafi'ah, 2021).

Penerapan teknologi kultur jaringan berlandaskan pada tiga kemampuan dasar yang dimiliki tanaman berupa totipotensi, rediferensiasi dan kompetensi. Teori totipotensi menyatakan bahwa setiap sel tanaman berpotensi untuk tumbuh dan berkembang menjadi individu baru dalam kondisi yang sesuai. Sifat rediferensiasi merupakan kemampuan sel dewasa untuk kembali berada pada kondisi meristematik yang aktif bertumbuh dan melakukan reorganisasi menjadi organ baru. Adapun, sifat kompetensi sel adalah potensi dari sel ataupun jaringan untuk tumbuh dan berkembang dalam satu jalur tertentu menjadi individu penuh (Habibah *et al.*, 2021).

Pelaksanaan kultur jaringan relatif lebih sukar dibandingkan perbanyakan tanaman secara konvensional. Faktor genetik, media tanam, dan lingkungan sangat

mempengaruhi keberhasilan dari pelaksanaan kultur jaringan. Peranan penting faktor genetik dalam kultur jaringan disebabkan oleh kemampuan tanaman yang berbeda-beda dalam tumbuh dan beregenerasi, termasuk dalam pembentukan kalus, organ-organ adventif, maupun embrio somatik. Faktor lingkungan kultur yang perlu diperhatikan adalah suhu, kelembaban, dan cahaya. Faktor lingkungan yang tepat akan mendukung dihasilkannya individu yang optimal. Dalam media tanam, komponen media tanam dan zat pengatur tumbuh sangat mempengaruhi keberhasilan kultur jaringan, karena tanaman berbeda memiliki kebutuhan unsur hara yang berbeda. Berdasarkan bahan tanam yang digunakan sebagai eksplan, kultur jaringan dibedakan menjadi kultur embrio, kultur kalus, kultur organ, kultur meristem dan kultur protoplasma (Puslitkoka, 2016).

Salah satu indikator terjadinya pertumbuhan pada kultur *in vitro* adalah terbentuknya kalus. Kalus merupakan kumpulan sel dengan bentuk tidak terorganisir yang timbul pada jaringan yang dilukai. Pembentukan kalus ditandai dengan pembengkakan dan pertambahan panjang eksplan. Pembengkakan terjadi karena kerusakan dan pecahnya sel saat dilukai menghasilkan senyawa yang menstimulasi pembelahan sel di lapisan berikutnya (Rismayanti dan Nafi'ah, 2021). Kalus kemudian menjadi sumber bahan regenerasi melalui organogenesis ataupun embriogenesis membentuk tanaman baru (Fitroh *et al.*, 2018).

Proses pembentukan kalus pada kultur *in vitro* dipengaruhi oleh genotipe, inisiasi kultur, lingkungan tumbuh dan fisiologi jaringan yang digunakan. Perbedaan yang terjadi akan lebih besar apabila eksplan tersusun lebih dari satu jenis sel (Rismayanti dan Nafi'ah, 2021). Pada pelaksanaan induksi kalus

dibutuhkan ketersediaan zat pengatur tumbuh secara eksogen berupa auksin dan sitokinin yang dapat digunakan secara tunggal maupun dikombinasikan pada konsentrasi yang tepat (Syahid *et al.*, 2020).

### **II.3 Zat Pengatur Tumbuh**

Zat pengatur tumbuh (ZPT) adalah senyawa organik bukan hara yang berkontribusi dalam proses fisiologis tanaman. Zat pengatur tumbuh yang diproduksi secara endogen seringkali tidak mencukupi kebutuhan dan memerlukan suplai dari sumber luar untuk menghasilkan respon yang diinginkan (Leovici dan Kastono, 2014). Pemberian hormon endogen dan eksogen berupa auksin dan sitokinin pada media kultur dapat mendorong pembelahan sel-sel pada kalus. Keseimbangan dan interaksi dari ZPT endogen pada eksplan dengan ZPT eksogen dari media kultur berpengaruh penting terhadap pertumbuhan dan morfogenesis tanaman secara *in vitro*. Keseimbangan rasio ZPT akan menjadi penentu arah dan bentuk pertumbuhan, sehingga perkembangan kalus dipengaruhi oleh kombinasi konsentrasi auksin dan sitokinin (Rismayanti dan Nafi'ah, 2021).

George dan Sherington (1984), menyatakan bahwa pada dasarnya media perbanyakan *in vitro* menggunakan zat pengatur tumbuh dari golongan auksin dan sitokinin. Kedua zat pengatur tumbuh tersebut berperan dalam memacu pembentukan kalus dengan aktivitas tinggi dalam mendorong proses pembelahan sel (Rismayanti dan Nafi'ah, 2021). Zat pengatur tumbuh jenis auksin yang paling umum digunakan melingkupi indole acetic acid (IAA), naphthalene acetic acid (NAA) dan 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D). Sementara itu, kelompok zat pengatur tumbuh sitokinin yang sering digunakan ialah kinetin, benzyl amino

purine/benzyl adenine (BAP/BA), 2-isopentenyl adenin (2iP) dan thidiazuron (TDZ) (Fitria, 2020).

### **II.3.1 Hormon 2,4-dichlorophenoxyacetic acid**

Hormon pertumbuhan jenis 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) merupakan auksin yang paling banyak ditambahkan dalam induksi kalus. Aplikasi 2,4-D yang dipadukan dengan sitokinin memberikan pengaruh positif pada pertumbuhan kalus (Syahid *et al.*, 2020). Auksin sintetis 2,4-D menunjukkan aktivitas kuat dalam merangsang pertumbuhan sel, inisiasi akar dan induksi embriogenesis somatik (Rismayanti dan Nafi'ah, 2021).

Auksin 2,4-dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) seringkali ditambahkan pada media kultur *in vitro* karena karakter stabilitasnya yang tidak mudah terurai oleh enzim yang dikeluarkan dari sel-sel tanaman maupun pemanasan pada tahap sterilisasi media. Pemberian 2,4-D pada media kultur *in vitro* dapat mempengaruhi permeabilitas sel sehingga air mampu memasuki sel secara osmosis dan memicu terjadinya kekakuan pada bagian yang dilukai. Penggunaan auksin sintetis jenis 2,4-D akan menstimulasi perbesaran dan pembelahan sel sehingga mendorong pertumbuhan kalus (Fitroh *et al.*, 2018)

### **II.3.2 Ekstrak Tomat sebagai Zat Pengatur Tumbuh Alami**

Zat pengatur tumbuh (ZPT) yang ditambahkan pada media kultur *in vitro* dapat dibedakan berdasarkan sumbernya menjadi zat pengatur tumbuh alami dan zat pengatur tumbuh sintetis. Zat pengatur tumbuh alami pada dasarnya dapat diperoleh dari bahan organik yang telah tersedia di alam. Zat pengatur tumbuh berbahan dasar alami relatif lebih menguntungkan dengan sifatnya yang lebih

aman, ramah lingkungan, harga lebih terjangkau, dan mudah diperoleh (Leovici dan Kastono, 2014)

Ekstrak tomat dapat dimanfaatkan dalam kultur *in vitro* sebagai senyawa organik kompleks. Senyawa ini memiliki sifat serupa dengan zat pengatur tumbuh alami dan *anti browning* alami (Helena *et al.*, 2022). Pada buah tomat terdapat zat pengatur tumbuh golongan sitokinin dan auksin yang penting bagi pertumbuhan tanaman (Rugayah *et al.*, 2021).

Kandungan zat pengatur tumbuh golongan sitokinin pada ekstrak buah tomat dapat membantu mendorong pembelahan sel pada jaringan meristem serta berperan dalam pembentukan tunas. Sementara itu, kandungan auksin pada buah tomat berpotensi sebagai perangsang organogenesis, embriogenesis, dan pertumbuhan tunas yang dipicu oleh pemanjangan sel (Dewi *et al.*, 2021). Auksin yang terkandung pada ekstrak tomat mampu menampakkan fungsi yang serupa dengan IAA, sehingga dapat mempengaruhi peningkatan potensi tumbuh dan laju pertumbuhan tanaman. Konsentrasi auksin dalam ekstrak tomat dapat membantu perbesaran sel kalus dan mampu berinteraksi dengan sitokinin endogen untuk merangsang pembentukan sel kalus (Sari *et al.*, 2019).

Pada buah tomat terdapat pula unsur hara, mineral, dan asam amino yang dapat meningkatkan laju perkecambahan biji (Rugayah *et al.*, 2021). Kandungan senyawa kompleks seperti antioksidan berupa likopen, flavonoid, asam fenolik, asam askorbat, vitamin A, C, dan E juga dapat diperoleh pada tomat. Penambahan ekstrak tomat pada media memberikan efek pertumbuhan yang lebih baik serta berpotensi mencegah terjadinya *browning* pada tanaman (Helena, *et al.*, 2022)