

**EMBRIOGENESIS SOMATIK SEL DAUN KOPI TODOLO TORAJA
(*Coffea arabica* L. var. *Typica*) DENGAN PENAMBAHAN 2,4
DICHLOROPHENOXY ACETIC ACID (2,4-D) DAN
6-FURFURYLAMINOPURINE (KINETIN)
SECARA *IN VITRO***

PUTRI DAMAYANTI

H052181004



**PROGRAM MAGISTER BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

**EMBRIOGENESIS SOMATIK SEL DAUN KOPI TODOLO TORAJA
(*Coffea arabica* L. var. *Typica*) DENGAN PENAMBAHAN 2,4
DICHLOROPHENOXY ACETIC ACID (2,4-D) DAN
6-FURFURYLAMINOPURINE (KINETIN)
SECARA *IN VITRO***

*Tesis Ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai
Gelar Magister Program Studi Biologi Departemen Biologi
Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Hasanuddin*

PUTRI DAMAYANTI

H052181004

**DEPARTEMEN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

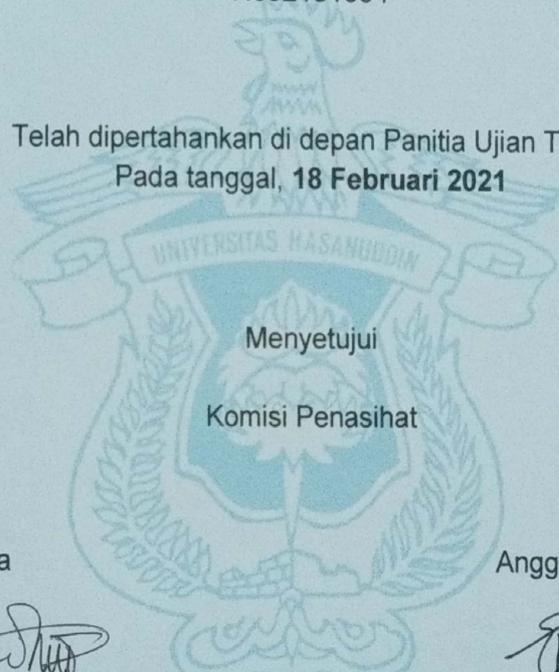
TESIS

**EMBRIOGENESIS SOMATIK SEL DAUN KOPI TODOLO TORAJA
(*Coffea arabica* L. var. Typica) DENGAN PENAMBAHAN 2,4
DICHLOROPHENOXY ACID (2,4-D) DAN 6-FURFURYLAMINO
PURINE (KINETIN) SECARA *IN VITRO***

Disusun dan diajukan oleh

PUTRI DAMAYANTI
H052181004

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian Tesis
Pada tanggal, **18 Februari 2021**



Menyetujui

Komisi Penasihat

Ketua

Handwritten signature of Dr. Andi Ilham Latunra in blue ink.

Dr. Andi Ilham Latunra, M.si
NIP: 19670207 199203 1 001

Anggota

Handwritten signature of Dr. Eva Johannes in blue ink.

Dr. Eva Johannes, M.Si.
NIP: 19610217 198601 2 001

Ketua Program Studi
Magister Biologi,

Handwritten signature of Dr. Ir. Slamet Santosa in blue ink.

Dr. Ir. Slamet Santosa, M. Si
NIP: 19620726 198702 1 001



Dekan Fakultas MIPA
Universitas Hasanuddin,

Dr. Eng Amiruddin, M.Si.
NIP: 19720515 1997002 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Putri Damayanti

NIM : H052181004

Program Studi : Biologi

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pemikiran orang lain. Apabila di kemudian hari terbukti terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan tesis ini hasil karya orang lain, saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 23 Februari 2021

Yang menyatakan,



Putri Damayanti

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah swt atas berkat dan limpahan Rahmat, Hidayah dan Karunia-Nyalah sehingga penulis diberikan kesabaran, kesempatan dan kemudahan untuk menyelesaikan tugas akhir penulis yang berjudul “Embriogenesis Somatik Sel Daun Kopi Todolo Toraja (*Coffea Arabica* L. Var. *Typica*) Dengan Penambahan 2,4 *Dichlorophenoxy Acetic Acid* (2,4-D) Dan 6-*Furfurylaminopurine* (Kinetin) Secara *In Vitro*” sebagai salah satu syarat dalam menyelesaikan tugas akhir (Thesis) di Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.

Penulis juga tidak lupa mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua penulis, Ayahanda Muh. Amir pateha dan Ibunda Hj. Masnah, saudaraku tercinta Abd. Rauf, Sri Rahayu dan Fahri Rijal, beserta keluarga besar yang tiada henti-hentinya memberikan do'a, semangat, motivasi, dan nasehat-nasehat dengan penuh keikhlasan, kesabaran serta kasih sayang yang tiada tara.

Penulis menyadari sepenuhnya, dalam penyusunan tesis ini tidak terlepas dari hambatan dan tantangan. Namun berkat kerja keras dan motivasi dari pihak-pihak langsung maupun tidak langsung yang memperlancar jalannya penyusunan tesis ini. Olehnya itu, secara mendalam saya menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada Dr. Andi Ilham Latunra, M.Si selaku pembimbing utama sekaligus

pembimbing akademik atas segala bimbingan, arahan dan motivasi yang telah diberikan kepada penulis. Terima kasih juga saya ucapkan kepada Dr. Eva Johanes, M.Si selaku pembimbing kedua, yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tesis ini.

Penulis juga mengucapkan banyak terimakasih kepada :

1. Dr.Eng Amiruddin. M.Sc. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin beserta seluruh jajarannya.
2. Dr.Slamet Santosa, M.Si. selaku Ketua Prodi Jurusan Biologi Pascasarjana Universitas Hasanuddin, terima kasih atas segala ilmu, arahan serta bimbingan kepada penulis.
3. Dr. Fahrudin, M.Si., Bapak Dr. Eddyman F. W., M.Si., dan Ibu Nur Haedar, M.Si. selaku penguji.
4. Seluruh dosen Departemen Biologi yang telah membimbing dan memberikan ilmunya kepada penulis selama perkuliahan, serta staf pegawai Departemen Biologi yang telah banyak membantu penulis dalam menyelesaikan urusan administrasi.
5. Teman-teman Laboratorium Kultur Jaringan Ardiansa, Nuri, Eka dan Kak Yoas yang selalu kompak yang telah membantu penulis dan memberi motivasi serta semangat dalam menyelesaikan penelitian.
6. Teman-teman Biologi angkatan 2018 yang tercinta, terima kasih atas kerjasama dan motivasinya selama ini, semoga kita semua senantiasa

diberikan kemudahan dalam urusan kita.

Akhirnya dengan segala kerendahan hati saya menyadari bahwa hanya kepada Allah SWT jualah saya menyerahkan segalanya. Semoga kita semua mendapat curahan & rihdo dari-Nya, Aamiin...

Makassar, Februari 2021

Penulis

DAFTAR ISI

| | halaman |
|--|---------|
| HALAMAN JUDUL | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN..... | iii |
| PERNYATAAN KEASLIAN TESIS..... | iv |
| KATA PENGANTAR | v |
| DAFTAR ISI | viii |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiii |
| ABSTRAK | xiv |
| ABSTRACT | xv |
| BAB I PENDAHULUAN..... | 1 |
| A. Latar Belakang..... | 1 |
| B. Rumusan masalah | 5 |
| C. Tujuan Penelitian | 6 |
| D. Manfaat Penelitian | 6 |
| E. Ruang Lingkup Penelitian | 7 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA..... | 8 |
| A. Tinjauan Umum Tanaman Kopi | 8 |
| 1. Sejarah kopi di Indonesia | 8 |
| 2. Klasifikasi dan Morfologi Kopi Arabika..... | 12 |
| B. Tinjauan Umum Kultur Jaringan | 16 |

| | |
|---|-----------|
| C. Tinjauan Umum Media Kultur | 21 |
| D. Tinjauan umum Zat Pengatur | 21 |
| 1. 2,4-D (dichlorophenoxyacetid acid) | 22 |
| 2. Kinetin (6-Furfurylaminopurien) | 24 |
| E. Kerangka Konseptual..... | 24 |
| F. Definisi Operasional..... | 27 |
| BAB III METODE PENELITIAN..... | 28 |
| A. Rancangan Penelitian..... | 28 |
| B. Waktu dan Tempat Penelitian..... | 28 |
| C. Bahan dan Alat | 29 |
| 1. Bahan | 29 |
| 2. Alat | 29 |
| D. Objek Penelitian..... | 30 |
| E. Teknik Pengumpulan Data..... | 30 |
| 1. Preparasi Sampel | 30 |
| 2. Sterilisasi Alat..... | 30 |
| 3. Pembuatan Larutan Stok 2,4-D dan Kinetin | 31 |
| 4. Pembuata Medium Kultur | 31 |
| 5. Induksi Kalus Embriogenik | 32 |
| 6. Uji Kandungan Metabolit Sekunder Kafein | 32 |
| 7. Pengamatan | 34 |
| F. Analisis Data..... | 35 |
| BAB IV HASIL PENELITIAN | 36 |

| | |
|--|----|
| A. Hari Muncul Kalus..... | 36 |
| B. Warna Kalus | 41 |
| C. Tekstur Kalus | 43 |
| D. Berat Basah Kalus | 46 |
| E. Kalus Embriogenik dan Kalus Somatik | 50 |
| F. Kadar Kafein Kopi Todolo Toraja | 52 |
| BAB V PENUTUP | 57 |
| DAFTAR PUSTAKA..... | 58 |
| LAMPIRAN..... | 63 |

DAFTAR TABEL

| Nomor | | halaman |
|--------------|---|----------------|
| 1 | Hasil Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) Taraf 5% | 38 |
| 2 | Warna Kalus Daun Kopi Todolo Toraja | 41 |
| 3 | Tekstur Kalus Daun Kopi Todolo Toraja | 44 |
| 4 | Hasil Uji Duncan Multiple Range Test (DMRT) Taraf 5% | 48 |
| 5 | Uji Kualitatif Menggunakan Reagen Parry | 53 |
| 6 | Hasil Analisis Kuantitatif Metode Spektrofotometri UV-Vis | 55 |

DAFTAR GAMBAR

| Nomor | halaman |
|-------|--|
| 1 | Pohon Kopi Todolo Toraja (<i>Coffea arabica</i> Var. Typika) 13 |
| 2 | Buah Dan Daun Kopi Todolo Toraja (<i>Coffea arabica</i> Var. Typika) 15 |
| 3 | Rumus Kimia 2,4-D (Dichloropenoxy acetic acid)..... 23 |
| 4 | Kerangka Konseptual 24 |
| 5 | Grafik Rata-Rata Hari Muncul Kalus..... 36 |
| 6 | Warna Kalus 42 |
| 7 | Penampakan Permukaan Kalus 45 |
| 8 | Hasil Pengamatan Mikroskopis 46 |
| 9 | Grafik Rata-Rata Berat Basah 47 |
| 10 | Kalus Embriogenik..... 50 |

DAFTAR LAMPIRAN

| Nomor | halaman |
|-------|---|
| 1 | Komposisi Media Murashige and Skoog 63 |
| 2 | Skema kerja..... 64 |
| 3 | Pembuatan Media 65 |
| 4 | Sterilisasi Eksplan dan Penanaman Eksplan..... 66 |
| 5 | Hasil Data Hari Muncul Kalus dan Berat Basah Kalus 67 |
| 6 | Hasil Uji ANOVA dan Uji DMRT 5% 68 |
| 7 | Foto Pengamatan Kalus Embriogenik pada Kopi Todolo Toraja (<i>Coffea arabica</i> L. var. Typica) 70 |
| 8 | Pengukuran Kadar Senyawa Kafein..... 75 |

ABSTRAK

Embriogenesis somatik merupakan salah satu cara untuk menghasilkan bibit dalam jumlah besar sesuai dengan induknya sehingga sangat menguntungkan dalam upaya pelestarian kopi arabika yang jumlah pohonnya sudah berkurang dan tidak produktif. Pada penelitian ini menggunakan kopi Todolo (*Coffea arabica* L. var. Typica) yang merupakan kopi komersil tertua yang terdapat di daerah Toraja, Sulawesi Selatan dan terancam punah. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan kombinasi terbaik dalam pemberian zat pengatur tumbuh 2,4-D dan kinetin dalam menginduksi kalus embriogenik dari eksplan daun kopi arabika todolo dan untuk mengetahui kadar senyawa kafein dalam kopi Todolo. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dengan 2 faktorial yaitu konsentrasi 2,4-D 1 ppm, 2 ppm, dan 3 ppm serta konsentrasi kinetin 0,1 ppm, 0,5 ppm dan 1,0 ppm sehingga terdapat 9 perlakuan dengan 3 ulangan. Parameter yang diamati adalah waktu tumbuh kalus, struktur kalus, warna kalus, berat akhir kalus. Hasil penelitian menunjukkan waktu tercepat munculnya kalus adalah 17.00 HST dengan pemberian 1 ppm 2,4-D dan 0,5 ppm kinetin. Tekstur kalus yang terbentuk adalah kalus bertekstur remah dan warna kalus yaitu putih kekuningan serta berat basah kalus sebesar 9.41 g. Kadar senyawa kafein yang terkandung dalam kalus kopi Todolo (*Coffea arabica* L. var. Typica) sebesar 0,0082 %.

Kata kunci: Embriogenesis Somatik, Kopi arabika, 2,4-D, Kinetin.

ABSTRACT

Somatic embryogenesis is a way to produce large numbers of seeds according to the parent, so it is very profitable in efforts to conserve Arabica coffee, which has reduced number of trees and is not productive. This study uses Todolo coffee (*Coffea arabica* L. var. *Typica*) which is the oldest commercial coffee found in Toraja, South Sulawesi and is threatened with extinction. This study aims to obtain the best combination in giving growth regulator 2,4-D and kinetin in inducing embryogenic callus from todolo arabica coffee leaf explants and to determine the levels of caffeine compounds in Todolo coffee. This research was conducted at the Tissue Culture Laboratory of the Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Hasanuddin University. The experimental range used was a completely randomized design with 2 factorials, namely the concentration of 2,4-D 1 ppm, 2 ppm, and 3 ppm and kinetin concentration of 0.1 ppm, 0.5 ppm and 1.0 ppm so that there were 9 treatments with 3 repeat. The parameters observed were callus growth time, callus structure, callus color, and final weight. The results showed that the fastest time for callus appearance was 17.00 HST with 1 ppm 2,4-D and 0.5 ppm kinetin. The callus texture formed was crumb textured and the callus color was yellowish white and the wet weight of the callus was 9.41 g. The levels of caffeine compounds contained in Todolo coffee callus (*Coffea arabica* L. var. *Typica*) were 0.0082%.

Keywords: Somatic Embryogenesis, Arabica coffee, 2,4-D, Kinetin.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki nilai jual tinggi antara tanaman perkebunan yang lainnya. Tak hanya itu, komoditi kopi juga memberikan kontribusi yang cukup penting sebagai sumber devisa untuk negara. Indonesia merupakan penghasil kopi terbesar ketiga setelah Brazil dan Vietnam dengan menyumbang sekitar 6% dari produksi total kopi dunia (Nugrawati, 2018). Disisi lain, tanaman kopi juga merupakan sumber penghasilan bagi para petani kopi untuk mencukupi kehidupan ekonomi keluarganya. Jumlah petani kopi tidak kurang dari setengah juta jiwa dari jumlah penduduk di wilayah negara Indonesia (Rahardjo, 2012).

Menurut Martauli (2018), terdapat dua jenis kopi yang dikembangkan di Indonesia, yaitu kopi arabika dan kopi robusta. Kopi arabika merupakan jenis kopi tradisional, dianggap paling enak rasanya dan kopi robusta yang memiliki kafein lebih tinggi dapat dikembangkan dalam lingkungan dimana kopi arabika tidak dapat tumbuh, dengan rasa yang pahit dan asam. Namun, luas perkebunan kopi robusta mengalami penurunan dibandingkan dengan kopi arabika. Hal ini dikarenakan harga

kopi arabika yang cukup mahal dan diminati untuk dikonsumsi mengakibatkan beralihnya penanaman kopi robusta ke arabika.

Sulawesi Selatan merupakan salah satu provinsi di Kawasan Timur Indonesia yang memiliki potensi dalam pengembangan kopi. Hal ini ditunjukkan dengan areal penanaman yang cukup luas serta agroklimatologi yang sangat mendukung. Kopi arabika yang dihasilkan oleh Kabupaten Enrekang dan Toraja di Sulawesi Selatan ini sudah dikenal luas diluar negeri dengan nama Kopi Toraja dan Kopi Kalosi. Namun selain itu, di daerah hutan Toraja masih ditemukan varietas kopi arabika Typica dan hanya terdapat beberapa pohon saja serta terancam punah. Kopi ini disebut kopi Todolo Toraja, kopi arabika komersil tertua yang memiliki aroma dan cita rasa yang tidak tertandingi dengan kopi lain (Thamrin *et al.*, 2015).

Menurut Kahpi (2017), jenis kopi arabika sangat digemari oleh penikmat kopi karena rasanya yang enak dan beraneka ragam. Dilihat dari sejarah, kopi arabika diduga berasal dari hutan hujan di negara Ethiopia. Ethiopia adalah tanah kelahiran dan merupakan pusat keragaman kopi arabika (Ahmed *et al.*, 2013; Alemayehu, 2017). Pertama kali kopi ini masuk ke Indonesia ketika pemerintah Belanda menguasai perdagangan kopi. Namun kopi jenis ini sebagian besar hancur ketika penyakit daun kopi menyerang indonesia sehingga jumlahnya semakin sedikit bahkan di anggap punah (Risnandar, 2019).

Perbanyakan kopi arabika dapat dilakukan secara generatif menggunakan biji atau secara vegetatif menggunakan stek, okulasi, dan

sambung pucuk. Namun perbanyakan ini memiliki beberapa kelemahan diantaranya keterbatasan pada jumlah bahan tanam sebagai bibit dan juga perbanyakan menggunakan biji tidak menjamin benih yang dihasilkan akan sama dengan induknya (Ibrahim *et al.*, 2015 ; Arimarsetiowati, 2011).

Pohon induk kopi arabika *typica* yang terdapat di Toraja pun sudah memiliki umur ratusan tahun sehingga sudah tidak produktif lagi. Selain itu, kopi jenis ini sangat rentan terserang penyakit karat daun (*Hemileia vastatrix*) yang disebabkan oleh cendawan serta adanya pengrusakan habitat oleh pembukaan hutan, adanya kompetisi dengan tanaman budidaya yang lain yang tahan penyakit dan banyaknya masyarakat lokal yang telah menyilangkan kopi *typica* dengan kopi arabika jenis yang lain menjadikan kopi tua ini menjadi langka.

Berbagai macam cara dapat dilakukan dalam upaya membudidayakan tanaman salah satunya adalah dengan teknik kultur jaringan. Kultur jaringan merupakan suatu teknik untuk mengisolasi bagian dari tanaman seperti sel atau jaringan yang ditumbuhkan dalam kondisi aseptik sehingga dapat memperbanyak diri dan tumbuh menjadi tanaman yang lengkap (Ardiyani, 2017). Dengan metode ini kita dapat menghasilkan tanaman dalam jumlah yang banyak tanpa membutuhkan lahan yang luas. Sehingga teknik kultur jaringan juga diharapkan menjadi salah satu solusi dalam melindungi tanaman kopi arabika varietas *Typica* dari kepunahan.

Salah satu teknik kultur jaringan yaitu embriogenesis somatik yang merupakan metode paling sederhana dan mudah dilaksanakan dalam

berbagai program pemuliaan tanaman. Embriogenesis somatik merupakan teknik perbanyak tanaman dengan cara menginduksi embrio dari sel somatik tanpa adanya fusi gamet dan dilakukan pada lingkungan yang aseptik. Perbanyak melalui embriogenesis somatik telah dilakukan dengan berbagai jenis eksplan yang telah digunakan antara lain kultur anther, meristem, biji, akar dan daun. Menurut hasil penelitian (Oktavia, 2003) bahwa penggunaan eksplan daun kopi paling responsif dalam menghasilkan embrio somatik dibandingkan bagian tanaman lain. Selain itu penggunaan eksplan daun pada kopi arabika dalam proses embriogenesis somatik telah banyak dilakukan, di antaranya Etienne *et al.* (2002), Albarra'n *et al.* (2005), dan Priyono (2004).

Namun kemampuan eksplan dalam membentuk embriogenesis somatik pada kopi sangat tergantung pada spesies dan genotip ataupun varietas. Perbedaan respon ini memberikan peluang serta tantangan dalam embriogenesis kopi, terlebih untuk kopi arabika yang menurut beberapa referensi lebih sulit dibandingkan dengan kopi robusta. Selain genotip atau varietas, jaringan sumber eksplan juga mempunyai respon yang berbeda dalam penyerapan zat pengatur tumbuh (Ibrahim *et al.*, 2012).

Selain dalam rangka untuk menyelamatkan kopi Todolo dari kepunahan, kita juga dapat memanfaatkan kandungan yang terdapat dalam kopi yaitu kafein. Kafein merupakan alkaloid turunan xanthine yang secara alami banyak terdapat pada kopi (Suryani, 2016) yang memiliki banyak manfaat dalam bidang farmakologi. Melalui kultur jaringan kita dapat

menghasilkan kafein dengan mengekstraksi senyawa kafein dari kalus dan dapat menghasilkan kafein dalam jumlah yang besar.

Oleh karena itu, berdasarkan uraian dari latar belakang di atas maka diperlukan penelitian untuk mencari kombinasi zat pengatur tumbuh yang terbaik untuk embriogenesis somatik eksplan daun kopi arabika Todolo toraja (*Coffea Arabica* var. *Typica*) serta mengamati respon regenerasi pertumbuhan kalus embriogenik dari eksplan serta juga menguji kadar kafein melalui kalus.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian dalam latar belakang di atas, maka rumusan masalah pada penelitian ini, yaitu :

1. Bagaimanakah pengaruh pemberian 2,4-D dan kinetin terhadap pertumbuhan kalus menggunakan eksplan daun kopi arabika Todolo Toraja (*Coffea arabica* L. var. *Typica*) dalam induksi kalus?
2. Berapakah konsentrasi optimal dalam menginduksi kalus embriogenik kopi Todolo Toraja (*Coffea arabica* L. var. *Typica*)?
3. Berapa kadar kandungan kafein pada kopi arabika Todolo Toraja (*Coffea arabiac* L. var. *Typica*)?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh 2,4-D dan kinetin terhadap pertumbuhan kalus menggunakan eksplan daun kopi Todolo Toraja (*Coffea arabica* L. var. *Typica*) dalam induksi kalus.
2. Untuk mengetahui kombinasi konsentrasi yang optimal dalam menginduksi kalus embriogenik kopi Todolo Toraja (*Coffea arabica* var. L. *Typica*).
3. Untuk menentukan kadar kafein pada kopi arabika Todolo toraja (*Coffea arabica* L. var. *Typica*)

D. Manfaat Penelitian

Dengan dilakukannya penelitian ini dengan latar belakang yang sudah dipaparkan maka akan diperoleh manfaat sebagai berikut :

1. Dapat memberikan tambahan ilmu pengetahuan tentang penambahan zat pengatur tumbuh yang terbaik dalam embriogenesis somatik daun kopi Todolo Toraja (*Coffea Arabica* L. var. *typica*).
2. Dapat menghasilkan bibit tanaman kopi Todolo toraja yang homogen dan unggul sesuai indukan.
3. Dapat menjadi salah satu cara untuk tetap melestarikan kopi Todolo Toraja dari kepunahan dengan memanfaatkan teknologi kultur jaringan

untuk mendapatkan bibit dalam jumlah yang banyak dengan waktu yang singkat.

4. Dapat mengetahui kadar senyawa kafein yang terkandung dalam kopi Todolo Toraja.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini menggunakan eksplan daun kopi arabika Todolo Toraja yang diperoleh dari hutan Kabupaten Toraja. Selanjutnya penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium kultur Jaringan departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Serta dilakukan analisis uji kadar kafein di Laboratorium Biokimia departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum Tanaman Kopi

1. Sejarah Kopi di Indonesia

Tanaman kopi merupakan genus *Coffea* yang termasuk dalam familia *Rubiaceae* dan mempunyai sekitar 100 spesies. Genus *Coffea* adalah salah satu genus penting yang mempunyai nilai ekonomis tinggi dan dikembangkan secara komersial. Tanaman kopi merupakan tumbuhan tropik yang berasal dari Afrika. Meskipun kopi merupakan tumbuhan tropik, kopi memerlukan pohon naungan dan tidak menghendaki suhu tinggi. Suhu di atas 35°C dan suhu dingin dapat merusak panen dan mematikan tumbuhan kopi. Tanaman kopi dapat tumbuh dengan baik pada suhu yang berkisar 15-30°C dan pada tanah subur dengan sifat tanah antara berpasir dengan cukup humus dan dalam keadaan drainase yang cukup baik (Kahpi, 2017).

Tanaman kopi merupakan tanaman musiman yang dapat dipanen satu kali setahun. Musim panen mulai dari kebun-kebun di Aceh, terus ke Lampung, Jawa Barat, Jawa Tengah, bersamaan di Jawa Timur dan Sulawesi dan terus ke Timur. Berlangsung mulai dari bulan April sampai Oktober setiap tahun. Buah kopi arabika pada umumnya akan matang 8 bulan setelah pertumbuhan buah. Buah kopi tidak matang secara serentak

dalam dompol buah, baik dalam perkebunan yang sama maupun suatu kawasan. Musim panen kopi pun tidak serentak sama waktunya, dimulai daerah bagian barat dan disusul panen di daerah timur (Siswoputranto, 1993). Namun, perubahan iklim yang terjadi di Indonesia karena pemanasan global yang berdampak pada meningkatnya suhu dapat menurunkan produksi dan mengancam kepunahan sebagian besar spesies kopi dengan mengganggu perbungaan, penyerbukan, dan berdampak pada penurunan mutu hasil biji kopi serta menyebabkan peristiwa cuaca ekstrim jangka pendek (Yuliasmara, 2016).

Perkebunan kopi di Indonesia sekitar 96% merupakan usaha rakyat dengan skala yang masih kecil. Menurut Sekretariat Jendral Pertanian (2016) untuk kopi arabika, pada tahun 2012-2016, Provinsi Sumatera Utara tercatat sebagai produsen kopi arabika terbesar di Indonesia. Provinsi penghasil kopi arabika terbesar lainnya adalah Provinsi Aceh dengan rata-rata produksi sebesar 44.540 ton per tahun dan Provinsi Sulawesi Selatan dengan rata-rata produksi sebesar 20.309 ton per tahun.

Indonesia dalam perdagangan kopi tidak muncul begitu saja, tetapi mengalami perjalanan sejarah yang panjang dan sulit karena terlibat dalam persaingan perdagangan kopi dengan Negara Afrika dan Amerika yang mempunyai pengaruh besar dalam perkopian dunia, dan sampai akhirnya Indonesia mejadi bagian penting dalam perkopian dunia. Kopi di Indonesia tidak hanya penting pada masa sekarang ini tetapi kopi di Indonesia telah

menjadi komoditi dagang unggulan pada masa Hindia-Belanda (Kahpi, 2017).

Indonesia merupakan salah satu negara produsen dan eksportir terbesar di dunia, dimana tanaman kopi juga memberikan kontribusi terhadap perekonomian Indonesia. Sejarah kopi di Indonesia dimulai pada tahun 1696 ketika Belanda membawa kopi dari Malabar, India ke Jawa. Mereka membudidayakan tanaman kopi tersebut di kedawung, sebuah perkebunan yang terletak dekat Batavia. Namun upaya tersebut gagal karena tanaman tersebut rusak oleh gempa dan banjir. Upaya kedua dilakukan pada tahun 1699 dengan mendatangkan stek pohon dari Malabar. Pada tahun 1706 sampel kopi yang dihasilkan dari tanaman di Jawa dikirim ke negeri Belanda untuk diteliti di kebun Amsterdam. Hasil sukses besar, kopi yang dihasilkan memiliki kualitas yang sangat baik (Risnandar, 2019).

Pada tahun 1878 terjadi tragedi yang memilukan. Hampir seluruh perkebunan kopi yang ada di Indonesia terutama di daratan rendah rusak terserang penyakit karat daun atau *Hemileia vastatrix* (HV). Pada waktu itu kopi yang ada di Indonesia merupakan jenis Arabika. Untuk menanggulangi hal tersebut Belanda mendatangkan spesies kopi Liberika yang diperkirakan lebih tahan terhadap serangan penyakit (Risnandar, 2019).

Terdapat dua spesies tanaman kopi yang dikembangkan di Indonesia, yaitu kopi arabika dan kopi robusta. Kopi arabika adalah jenis kopi tradisional, dianggap paling enak rasanya dan kopi robusta yang

memiliki kafein lebih tinggi dapat dikembangkan dalam lingkungan dimana kopi arabika tidak dapat tumbuh, dengan rasa yang pahit dan asam. Pengenalan kopi jenis robusta sejak tahun 1900 di Indonesia berdampak pada peningkatan hasil produksi. Kopi jenis ini tahan penyakit, keras dan memberi hasil yang tinggi dan luas rata-rata mencapai 1,04 juta hektar. Sementara jenis kopi arabika hanya mencapai luas rata-rata 228,71 ribu hektar dari total luas areal kopi Indonesia. Namun, luas areal perkebunan kopi robusta mengalami penurunan dari tahun 2001-2007 sedangkan kopi arabika mengalami peningkatan luas areal yang cukup signifikan. Hal ini dikarenakan harga kopi arabika cukup mahal dan diminati untuk dikonsumsi mengakibatkan beralihnya penanaman kopi robusta ke kopi arabika (Martauli, 2018).

Kopi arabika adalah varietas kopi yang pertama kali ditanam oleh Belanda di Sulawesi pada tahun 1750 di dataran tinggi pegunungan sekitar Enrekang dan Toraja. Pada masa awal kemerdekaan Indonesia, produksi kopi di daerah Sulawesi Selatan mengalami penurunan. Hal ini disebabkan oleh banyaknya perkebunan yang hancur diakibatkan oleh perang. Perkembangan selanjutnya yaitu pada tahun 1960, upaya petani kopi dalam mengelolah tanaman kopi terhambat oleh munculnya pemberontakan sehingga mengakibatkan sebagian besar penduduk mengungsi. Kondisi inilah yang menyebabkan lahan perkebunan kopi yang sudah ada, kemudian tidak terawat dengan baik (Muslimin *et al.*, 2018).

Pada abad ke-19 Sulawesi Selatan telah mempunyai peranan yang signifikan dalam produksi dan perdagangan kopi. Kopi di Sulawesi Selatan pada abad ke-19 di produksi *Noorderdistricten* Maros, Sigeri dan *Bergregentschappen*, Pangkajene, *Zuiderdistricten* Bantaeng, Bakungan, Sesayya, dan *Oosterdistricten* Bulukumba, Sinjai dan Selayar. Selain kegiatan produksi, juga telah terlihat aktivitas perdagangan kopi yang mempunyai jaringan perdagangan internasional yang melibatkan Negara-negara besar seperti Belanda, Amerika, Singapura, Inggris dan Prancis (Kahpi, 2017).

2. Klasifikasi dan Morfologi Kopi Arabika

Klasifikasi tanaman kopi arabika (*Coffea arabica*) menurut Rahardjo (2012) adalah sebagai berikut:

| | |
|--------------|----------------------------|
| Kingdom | : Plantae |
| Sub kingdom | : Tracheobionta |
| Super divisi | : Spermatophyta |
| Divisi | : Magnoliophyta |
| Kelas | : Magnoliopsida |
| Sub kelas | : Asteridae |
| Ordo | : Rubiales |
| Famili | : Rubiaceae |
| Genus | : Coffea |
| Spesies | : <i>Coffea Arabica</i> L. |



Gambar 1. Pohon Kopi Todolo Toraja (*Coffea Arabica* L. var. *Typica*)

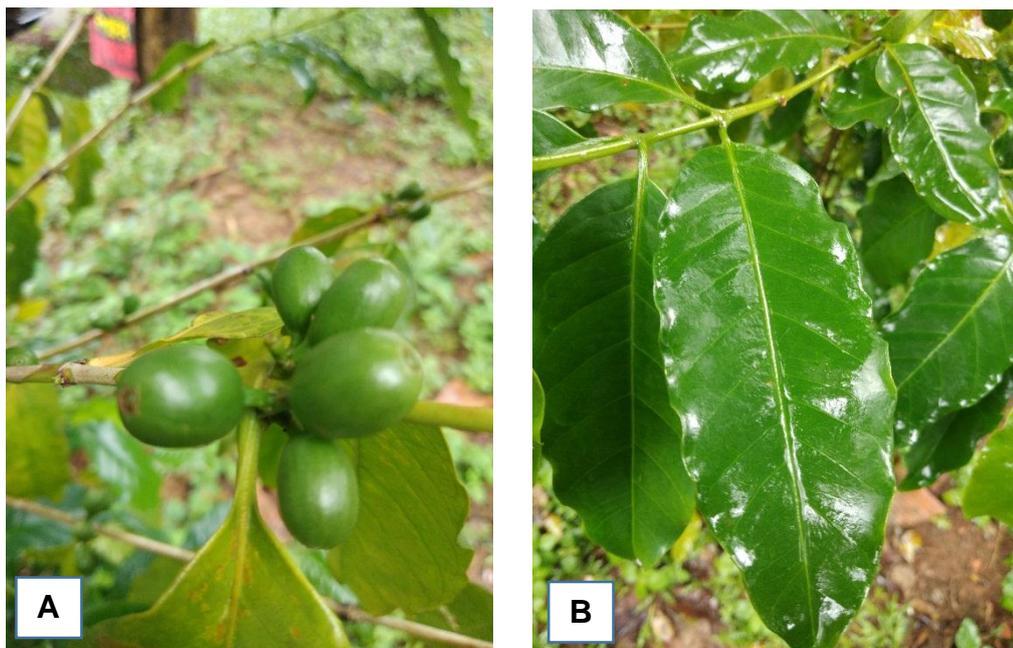
Pada umumnya tanaman kopi berbunga Setelah berumur sekitar dua tahun. Bila bunga sudah dewasa, terjadi penyerbukan dengan pembukaan kelopak dan mahkota yang akan berkembang menjadi buah. Kulit buah yang berwarna hijau akan menguning dan menjadi merah tua seiring dengan pertumbuhannya¹¹. Waktu yang diperlukan dari bunga menjadi buah matang sekitar 6-bulan, tergantung jenis dan lingkungan. Kopi Arabika membutuhkan waktu 6-8 bulan, sedangkan kopi Robusta 8-11 bulan. Bunga umumnya mekar awal musim kemarau dan buah siap dipetik diakhir musim kemarau. Diawal musim hujan, cabang primer akan memanjang dan membentuk daun-daun baru yang siap mengeluarkan bunga pada awal musim kemarau (Najiyati & Danarti, 2007).

Tanaman kopi termasuk tanaman yang dapat melakukan penyerbukan sendiri (*Self fertile*). Keberhasilan tanaman kopi untuk berbunga hingga menjadi buah sangat dipengaruhi oleh iklim (musim hujan atau kemarau). Penyerbukan umumnya terjadi Setelah musim hujan. Penyerbukan dipengaruhi oleh iklim secara umum (Panggabean, 2011).

Kopi arabika (*Coffea arabika*) merupakan kopi tanaman perkebunan yang dapat diperbanyak secara generatif dengan menggunakan biji dan vegetatif menggunakan stek, okulasi dan sambung pucuk. Biji kopi yang telah matang berwarna merah hingga merah tua pada kulit buahnya. Dalam suatu dompolan buah biasanya biji kopi tidak matang bersamaan. Oleh karena itu, pemetikan biji diselesaikan secara bertahap dengan selang pemetikan biasanya dua minggu sekali. Kopi mulai berbuah ketika berumur 4 tahun, awalnya jumlah kopi yang dihasilkan masih sedikit. Setelah itu, buah kopi yang dipanen terus meningkat dari panen tahun ke 2 hingga tahun ke 14 (Panggabean, 2011).

Buah kopi terdiri dari daging buah dan biji. Daging buah terdiri dari tiga lapisan yaitu lapisan kulit luar (*exocarp*), daging buah (*mesocarp*), dan kulit tanduk (*endocarp*) yang tipis, tetapi keras. Kulit luar terdiri dari satu lapisan tipis. Kulit buah yang masih muda berwarna hijau tua yang kemudian berangsuran surmenjadi hijau kuning, kuning, dan akhirnya menjadi merah, merah hitam jika buah tersebut sudah masak sekali. Daging buah yang sudah masak akan berlendir dan rasanya agak manis (Najiyati & Danarti, 2007).

Daun kopi memiliki bentuk bulat telur, bergaris ke samping, bergelombang, hijau pekat, kekar, dan meruncing di bagian ujungnya. Daun tumbuh dan tersusun secara berdampingan di ketiak batang, cabang dan ranting. Sepasang daun terletak dibidang yang sama di cabang dan ranting yang tumbuh mendatar. Kopi Arabika memiliki daun yang lebih kecil dan tipis apabila dibandingkan dengan spesies kopi Robusta yang memiliki daun lebih lebar dan tebal. Warna daun kopi Arabika hijau gelap, sedangkan kopi Robusta hijau terang (Panggabean, 2011).



Gambar 2. (A) Buah (B) Daun Kopi Todolo Toraja (*Coffea Arabica* L. var. *Typica*)

B. Tinjauan Umum Kultur Jaringan kopi

Usaha perbanyakan kopi arabika menggunakan teknik kultur jaringan telah lama dilakukan, namun sampai saat ini masih menghadapi berbagai kendala. Penggunaan teknik kultur *in vitro* dalam perbanyakan kopi arabika dapat dilakukan melalui jalur organogenesis (multiplikasi tunas pucuk, adventif dan aksilar) dan embriogenesis somatik (pembentukan embrio somatik) (Ibrahim *et al.*, 2018). Perbanyakan melalui embriogenesis somatik yang diaplikasikan dengan bioteknologi bukan hanya dapat digunakan untuk perbanyakan, tetapi juga untuk memperbaiki karakter tanaman (Santana-Buzzy, *et al.*, 2007).

Pada tanaman kopi, kultur kalus dilakukan dengan menggunakan berupa potongan dari organ daun. Organ daun yang digunakan dalam kultur kalus adalah daun kopi yang sudah membuka sempurna. Daun yang masih terlalu muda tidak dapat digunakan sebagai eksplan, sebab jaringannya belum terbentuk sempurna. Sedangkan daun tua memiliki jaringan yang tidak meristematis sehingga sifat totipotensinya berkurang (Ardiyani & Nugroho, 2017).

Teknik budidaya tanaman dengan teknik konvensional dalam medium tanah atau pasir sering kali menghadapi kendala teknis, lingkungan maupun waktu. Sebagai contoh, perbanyakan tanaman dengan menggunakan biji memerlukan waktu yang relatif lama dan seringkali hasilnya tidak seperti tanaman induknya. Kendala lain yang juga sering muncul adalah gangguan alam, baik yang disebabkan oleh jasad hidup,

misalnya hama dan penyakit, maupun cekaman lingkungan yang dapat mengganggu keberhasilan perbanyakan tanaman di lapangan. Kebutuhan akan bibit dalam jumlah besar, berkualitas, bebas hama dan penyakit serta harus tersedia dalam waktu singkat seringkali tidak dapat dipenuhi dengan menggunakan teknik konvensional baik itu secara generatif atau secara vegetatif (Yuwono, 2006).

Kultur jaringan tanaman adalah suatu upaya mengisolasi bagian-bagian tanaman (protoplas, sel, jaringan dan organ), kemudian mengkulturkannya pada nutrisi buatan yang steril di bawah kondisi lingkungan yang terkendali sehingga bagian-bagian tanaman tersebut dapat beregenerasi menjadi tanaman lengkap kembali. Teknologi tersebut bermula dari spekulasi Gottlieb Haberlandt mengenai totipotensi sel pada awal abad ke-20. Beliau menpostulasikan bahwa apabila kondisi lingkungan dan nutrisi sel-sel yang dikulturkan dimanipulasi maka sel-sel tersebut akan melangsungkan sekuen-sekuen perkembangan seperti pertumbuhan tanaman normal. Saat ini teknik kultur jaringan tanaman telah berkembang menjadi alat yang ampuh, tidak saja untuk perbanyakan klonal, tetapi juga untuk pemuliaan berbagai tanaman yang memiliki nilai ekonomi (Zulkarnain, 2009).

Kultur jaringan sebenarnya sangat sederhana, yaitu suatu sel atau irisan jaringan tanaman yang disebut eksplan secara aseptik diletakkan dan dipelihara dalam medium padat atau cair yang cocok dan dalam keadaan steril. Dengan cara demikian sebagian sel pada permukaan irisan tersebut

akan mengalami proliferasi dan membentuk kalus. Apabila kalus yang terbentuk tanaman kecil yang lengkap dan disebut planlet. Dengan teknik kultur jaringan ini hanya dari satu irisan kecil satu jaringan tanaman dan dihasilkan kalus yang dapat menjadi planlet dalam jumlah besar (Hendaryono & Purwanto, 1994).

Tujuan dari penggunaan teknik kultur jaringan adalah untuk memperbanyak tanaman dengan waktu yang lebih singkat. Kegunaan kultur jaringan di antaranya untuk memproduksi bibit dalam jumlah besar yang mempunyai sifat unggul, bebas virus, metabolit sekunder, pelestarian plasma nutfah yang hampir punah, percepatan pemuliaan tanaman, termasuk rekayasa genetika tanaman. Meskipun pada prinsipnya semua jenis sel dapat ditumbuhkan, namun untuk kultur jaringan sebaiknya dipilih bagian tanaman yang masih muda agar lebih cepat tumbuh. Bagian yang mudah tumbuh adalah bagian meristem, organ tanaman yang sifat pertumbuhannya agresif, misalnya daun muda, ujung akar, keping biji, dan lain-lain (Yuliarti, 2010).

Embriogenesis somatik merupakan suatu proses dimana struktur bipolar yang menyerupai embrio zigotik berkembang dari satu sel non-zigotik tanpa adanya hubungan pembuluh dengan jaringan asalnya. Perbanyak kopi melalui embriogenesis somatik sampai saat ini banyak diteliti untuk mendapatkan hasil yang lebih baik. Keberhasilan menginduksi embriogenesis somatik dipengaruhi oleh banyak faktor diantaranya : sumber eksplan, jenis tanaman, genotipe tanaman, keadaan fisiologi sel,

formulasi zat pengatur tumbuh dan lingkungan tumbuh (Ibrahim M. S., 2015).

Konsep secara umum, embriogenesis somatik untuk semua spesies adalah dimulai dengan merangsang tanaman dengan menggunakan stimulus yang tepat. Keseimbangan antara hormon-hormon yang digunakan akan mendorong tanaman yang dikultur akan membelah (Campos *et al.*, 2017). Pada embriogenesis somatik kopi yang sering digunakan adalah daun. Daun yang telah ditanam ke media kultur akan menghasilkan kalus embriogenik. Asal dan perkembangan kalus embriogenik kopi yang telah diinduksi berasal dari sel-sel mesofil yang membelah berada dekat dengan tepi daun yang terluka atau sayatan (Santana-Buzzy, 2007) dan tepi daun yang bersentuhan dengan media yang mengandung zat pengatur tumbuh merupakan tempat untuk pengambilan mineral yang cepat (Hudson *et al.*, 2014).

Eksplan pada metode ini akan membentuk embrioid (bentuk-bentuk serupa embrio) dan tidak menjadi akar atau tunas. Embrio somatik yang berasal dari kultur sel, jaringan, atau organ dapat terbentuk secara langsung atau tidak langsung. Embrio somatik secara langsung adalah pembentukan embrio tanpa melalui pembentukan kalus. Umumnya embrio somatik berkembang dari satu sel, yang kemudian membelah dan berkembang menjadi kumpulan sel meristematis. Kumpulan sel meristematis ini lalu terus berkembang hingga menjadi embrio tanaman, yang disebut embrio somatik (Abdillah, 2013).

Kemampuan regenerasi embrio somatik pada kultur sel, memungkinkan untuk diregenerasikannya tanaman lengkap bila regenerasi melalui organogenesis tidak memungkinkan. Suatu keuntungan yang nyata dari embriogenesis somatik adalah embrio-embrio somatik yang dihasilkan bersifat bipolar, yakni memiliki ujung-ujung akar dan pucuk yang diperalukan bagi pertumbuhan tanaman lengkap. Sedangkan pada organogenesis, perkembangan pucuk dan akar sering terjadi secara terpisah dan sangat tergantung pada perubahan media. Sama seperti embrio zigotik yang berkembang dari penyatuan jantan dan betina, embrio somatik pun tumbuh dan berkembang melewati fase yang sama. Fase-fase tersebut adalah oktan, globular, awal hati, hati, torpedo dan embrio dewasa (Zulkarnain, 2010).

Cara embriogenesis somatik banyak mendapat perhatian karena jumlah propagula yang dihasilkan tidak terbatas dan dapat diperoleh dalam waktu yang singkat. Selain itu untuk mendukung program pemuliaan tanaman melalui rekayasa genetika, penggunaan embrio somatik dapat mempercepat keberhasilan peluang transformasi yang tinggi karena embrio somatik dapat berasal dari satu sel somatik (Parda *et al.*, 2001). Sedangkan menurut Lestari (2011), Pembentukan plantlet melalui embriogenesis somatik mempunyai banyak keuntungan antara lain (1) waktu perbanyakan dapat lebih cepat, (2) pencapaian hasil dalam mendukung program pemuliaan juga lebih cepat, dan (3) jumlah tanaman yang dihasilkan lebih banyak.

C. Tinjauan Umum Media Kultur

Keberhasilan kultur jaringan ditentukan oleh media kultur jaringan yang merupakan tempat tumbuh bagi eksplan. Media tersebut harus mengandung semua zat yang diperlukan eksplan untuk menjamin pertumbuhan eksplan yang ditanam. Menurut Inkiriwang (2016) salah satu penentu keberhasilan dalam perbanyakan tanaman melalui kultur in vitro adalah media yang digunakan. Media kultur jaringan tidak hanya menyediakan unsur-unsur hara makro dan mikro tetapi juga gula, vitamin dan zat pengatur tumbuh. Berbagai komposisi media kultur in vitro telah diformulasikan untuk mengoptimalkan pertumbuhan dan perkembangan tanaman yang dikulturkan.

D. Tinjauan Umum Zat pengatur Tumbuh

Salah satu faktor yang berpengaruh adalah zat pengatur tumbuh (ZPT). ZPT merupakan senyawa organik bukan hara yang dalam jumlah sedikit dapat mendukung, menghambat dan dapat mengubah proses fisiologi tumbuhan. Penggunaan ZPT dapat merangsang cepat pertumbuhan dan perkembangan tanaman pada kondisi normal, sedangkan apabila tidak menggunakan zat pengatur tumbuh pertumbuhan tanaman akan lambat utamanya tanaman yang dikembangbiakkan secara vegetatif (Trisna *et al.*, 2013). Terdapat empat golongan ZPT yang penting

dalam kultur jaringan tanaman, yaitu auksin, sitokinin, giberalin dan asam absisat (Ibrahim, 2015).

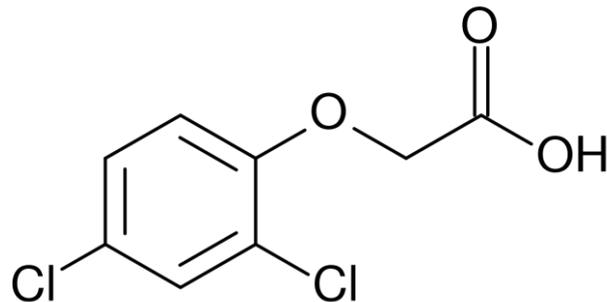
Sitokinin dan auksin merupakan dua kelompok hormon tanaman yang sangat penting dan diperlukan dalam kegiatan kultur jaringan embryogenesis somatik. Hormon auksin di dalam tubuh tanaman dihasilkan oleh pucuk-pucuk batang, pucuk-pucuk cabang dan ranting yang menyebar luas ke dalam seluruh tanaman. Auksin dalam konsentrasi tinggi menghambat pertumbuhan mata tunas samping.

Fungsi auksin untuk merangsang pemanjangan sel, pembentukan kalus, dan pertumbuhan akar. Sedangkan sitokinin adalah suatu kelompok hormon tanaman yang menginduksi pembelahan sel dan tunas adventif, serta pembentukan dominasi apikal pada kultur jaringan. Dalam kegiatan kultur jaringan, sitokinin telah terbukti dapat menstimulir terjadinya pembelahan sel, proliferasi kalus, pembentukan tunas, mendorong proliferasi meristem ujung, menghambat pembentukan akar serta mendorong pembentukan klorofil pada kalus (Santoso & Nursandi, 2002).

1. 2,4-D (*dichlorophenoxyacetid acid*)

2,4-D (*dichlorophenoxyacetid acid*) adalah jenis hormon yang termasuk dalam golongan auksin. Auksin adalah senyawa yang berpengaruh terhadap perkembangan sel, menaikkan tekanan osmotik, meningkatkan sintesis protein, meningkatkan permeabilitas sel terhadap air dan melenturkan atau melunakkan dinding sel. 2,4-D memiliki rumus

molekul $C_8H_6Cl_2O_3$. 2,4-D merupakan golongan auksin sintesis yang mempunyai sifat stabil karena tidak mudah terurai enzim-enzim yang dikeluarkan sel atau pemanasan pada saat sterilisasi (Kartikasari *et al.*, 2013).



Gambar 3. Rumus Kimia 2,4-D (Dichlorophenoxy acetic acid)

Mekanisme kerja 2,4-D dalam pembesaran dan pembelahan sel erat kaitannya dengan kemampuan auksin dalam pelonggaran dinding sel. Berdasarkan teori pertumbuhan asam, auksin mampu melonggarkan dinding sel dengan cara meningkatkan pompa ion H^+ ke dalam dinding sel sehingga menyebabkan pH dinding sel menjadi asam. pH yang asam tersebut akan menyebabkan enzim-enzim yang berperan dalam degradasi ikatan polisakarida pada dinding sel menjadi aktif dan akan memutuskan ikatan polisakarida pada dinding tersebut. Akibatnya air dapat masuk ke dalam sel dan tekanan turgor naik sehingga menyebabkan dinding sel menjadi longgar (Riyadi, 2004).

Pada tahap induksi kalus embriogenik dibutuhkan media yang mengandung auksin dengan konsentrasi tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 2,4-D merupakan auksin yang efektif untuk induksi

kalus embriogenik pada beberapa tanaman jarak pagar dan pada beberapa tanaman lain seperti tebu, kopi Arabika dan tanaman kurma (Anggraeni *et al.*, 2012).

2. Kinetin (6-Furfurylaminopurine)

Kinetin termasuk dalam golongan sitokinin yang merupakan senyawa yang dapat meningkatkan pembelahan sel pada jaringan serta mengatur pertumbuhan tanaman. Selain itu, kinetin yang memiliki rumus molekul $C_{10}H_9N_5O$ berfungsi juga merangsang pertumbuhan sel dalam jaringan yang disebut eksplan dan merangsang pertumbuhan tunas daun (Kartikasari *et al.*, 2013).

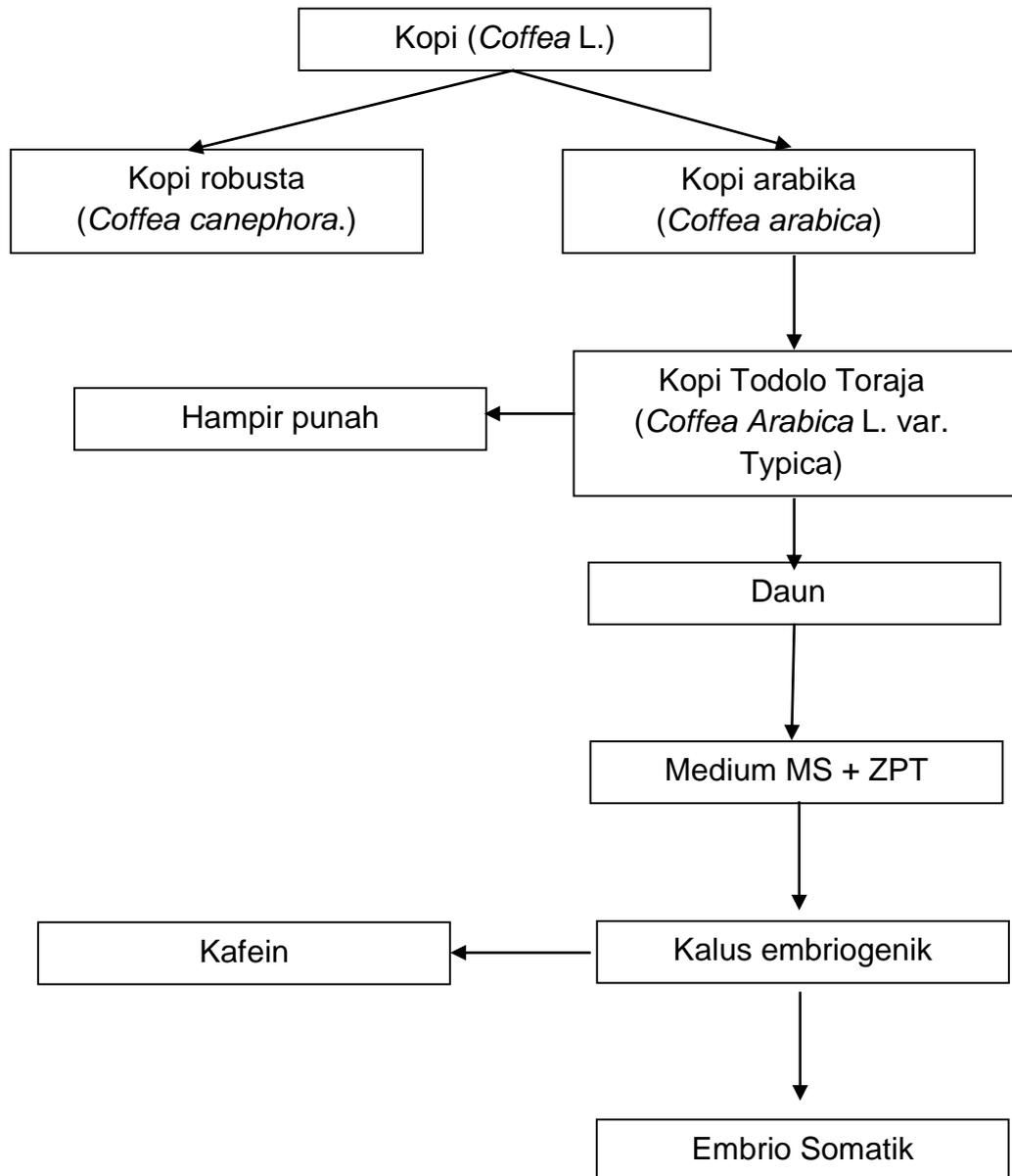
E. Kerangka Konseptual

Kopi merupakan salah satu komoditas perkebunan yang memiliki nilai jual yang tinggi dan dapat mendatangkan sumber devisa yang cukup besar bagi Negara. Di Indonesia terdapat dua jenis kopi yang dikembangkan yaitu kopi arabika dan kopi robusta. Namun kopi arabika lebih banyak digemari oleh masyarakat karena memiliki cita rasa yang khas dan enak. Berdasarkan sejarah terdapat kopi arabika yang memiliki cita rasa khas yang tidak tertandingi oleh kopi yang lain yaitu kopi arabika varietas *typica*. Di Toraja terdapat kopi arabika varietas *typica* yang dikenal dengan kopi Todolo. Namun sayang kopi ini hanya ada beberapa pohon

saja dan sudah berumur sangat tua sehingga sangat sulit untuk melakukan perbanyakan secara generatif maupun vegetatif dan jika tidak dilestarikan akan mengalami kepunahan.

Teknologi kultur jaringan merupakan teknik mengisolasi bagian dari tanaman kemudian ditumbuhkan pada media buatan dalam keadaan aseptik hingga dapat memperbanyak diri. Pada penelitian ini diharapkan dengan memanfaatkan teknologi kultur jaringan dapat membudidayakan kopi arabika varietas *typica* dengan menghasilkan bibit kopi dalam jumlah yang banyak dalam waktu yang singkat. Berdasarkan penelitian sebelumnya, embriogenesis somatik merupakan cara yang paling sering digunakan dalam perbanyakan tanaman kopi dengan menggunakan daun sebagai eksplan, karena daun kopi paling responsif dalam menghasilkan embrio somatik. Zat pengatur tumbuh merupakan salah satu faktor penentu dalam keberhasilan embriogenesis somatik. ZPT yang paling sering digunakan adalah 2,4-D dan kinetin. Namun kemampuan eksplan dalam membentuk embrio somatik sangat tergantung pada spesies dan genotip atau varietas. Selain itu, manfaat lain dari kultur jaringan adalah dengan memanfaatkan kalus yang dihasilkan untuk digunakan dalam mengekstraksi senyawa kafein yang terkandung dalam kopi.

Oleh karena itu, diperlukan penelitian untuk mengetahui kombinasi zat pengatur tumbuh yang terbaik untuk menginduksi kalus embriogenik pada tanaman kopi Todolo Toraja (*Coffea arabika* var. *Typica*) serta mengetahui daya regenerasi kalus embriogenik.



Gambar 4. Kerangka Konseptual

F. Definisi Operasional

1. Embriogenesis somatik merupakan suatu proses saat sel somatik berkembang membentuk tumbuhan baru melalui tahap perkembangan embrio yang spesifik tanpa melalui fusi gamet.
2. eksplan adalah bagian dari tanaman yang diambil untuk ditumbuhkan pada medium secara aseptik.
3. Kalus embriogenik merupakan kalus yang diharapkan mampu berkembang menjadi embrio somatik.
4. Planlet adalah hasil perkembangan kalus yang telah nampak seperti tanaman aslinya, memiliki daun, batang dan akar yang jelas.