

SKRIPSI

PENGARUH PENAMBAHAN HORMON 2,4-D (*Dichlorophenoxy Acetic Acid*) DAN BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) TERHADAP PERTUMBUHAN KALUS KOPI ROBUSTA *Coffea canephora* L. ASAL DESA LABBO KABUPATEN BANTAENG SECARA *IN - VITRO*

**APRILIYANI
H041 19 1063**



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

PENGARUH PENAMBAHAN HORMON 2,4-D (*Dichlorophenoxy Acetic Acid*) DAN BAP (6-*Benzyl Amino Purine*) TERHADAP PERTUMBUHAN KALUS KOPI ROBUSTA *Coffea canephora* L. ASAL DESA LABBO KABUPATEN BANTAENG SECARA *IN - VITRO*

*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 SKRIPSI

PENGARUH PENAMBAHAN HORMON 2,4-D (*Dichlorophenoxy Acetic Acid*) DAN BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) TERHADAP PERTUMBUHAN KALUS KOPI ROBUSTA *Coffea canephora L.* ASAL DESA LABBO KABUPATEN BANTAENG SECARA *IN - VITRO*

Disusun dan diajukan oleh

APRILIYANI

H041 19 1063

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Sarjana Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin pada tanggal 4 September 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui

Pembimbing Utama

Pembimbing Pertama

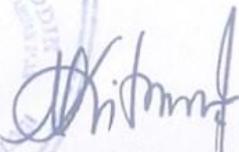


Dr. Andi Ilham Latunra, M.Si
NIP. 196702071991031001



Drs. H. Muhtadin A. Salam, M.Si
NIP. 196212071988031003

Ketua Program Studi,



Dr. Magdalena Litaay, M.Sc
NIP. 196409291989032002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Apriliyani
NIM : H041191063
Program Studi : Biologi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

Pengaruh Penambahan Hormon 2,4-D (*Dichlorophenoxy Acetic Acid*) dan BAP (6-*Benzyl Amino Purine*) terhadap Pertumbuhan Kalus Kopi Robusta *Coffea canephora* L. Asal Desa Labbo Kabupaten Bantaeng Secara *In - Vitro*

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilalihan tulisan orang lain, dan 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, 4 September 2023

Yang menyatakan


Apriliyani

KATA PENGANTAR

Bismillah Ar-Rahmaan Ar-Rahiim

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah *Subhanahu wa Ta'ala* yang telah memberikan limpahan rahmat, hidayah serta ilmu pengetahuan yang tak terhingga sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Berhasilnya penyusunan skripsi dengan judul **“Pengaruh Penambahan Hormon 2,4-D (*Dichlorophenoxy Acetic Acid*) dan BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) terhadap Pertumbuhan Kalus Kopi Robusta *Coffea canephora* L. Asal Desa Labbo Kabupaten Bantaeng Secara *In Vitro*”** menandakan berakhirnya suatu dimensi perjuangan syarat akan makna dan penuh kenangan dalam menggapai ilmu di Strata Satu Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.

Keberhasilan penulis ke tahap penulisan skripsi tidak lepas dari bantuan, baik berupa materi maupun spirit dari orang-orang terdekat dan yang berada di lingkungan penulis. Dengan setulus hati, melalui lembaran ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada orang tua penulis Ayahanda Ahmad dan Ibunda Nurhaidah tercinta untuk perhatian, pengorbanan, kasih sayang, kesabaran, dukungan materi dan ketulusan doa yang tiada henti bagi penulis. Semoga Allah *Subhanahu wa Ta'ala* membalas pengorbanan mereka dengan Jannah-Nya. Terima kasih untuk saudari-saudariku tercinta Nanda Suhartinah, Sab'ilah Julfa Khumairah, Nurasfi Waraihan dan Keluarga Besar yang

selalu mendukung, menyemangati, memotivasi, menasehati dan yang tiada henti memberikan doa terbaik. Semoga penulis bisa diberi kesempatan untuk bisa membahagiakan mereka.

Ucapan terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Andi Ilham Latunra, M.Si. selaku pembimbing utama dan penasehat akademik penulis serta Bapak Drs. H. Muhtadin A. Salam, M.Si. selaku pembimbing pertama, yang telah meluangkan waktu, tenaga, pikiran dan dengan penuh kesabaran dan pengertian dalam memberikan ilmu yang tak ternilai selama penelitian dan penyusunan skripsi sehingga berbagai kendala dapat diatasi serta ucapan maaf atas segala kesalahan selama persiapan penelitian hingga penyusunan skripsi ini selesai. Ucapan terima kasih juga kepada:

1. Rektor Universitas Hasanuddin Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Si. beserta staf.
2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Bapak Dr. Eng. Amiruddin, M.Sc., beserta staf yang telah membantu dan mengarahkan penulis dalam hal akademik dan administrasi.
3. Dosen penguji sekaligus Ketua Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin Ibu Dr. Magdalena Litaay, M.Sc. Terima kasih atas ilmu, masukan, serta saran yang diberikan kepada penulis.
4. Dosen penguji Bapak Drs. As'adi Abdullah M.Si. Terima kasih atas ilmu, masukan, serta saran yang diberikan kepada penulis.

5. Analis Laboratorium Terpadu Departemen Biologi, Universitas Hasanuddin, Kak Heriadi. Terima kasih atas bantuan yang diberikan selama penelitian.
6. Teman penellitian saya, Rifqah, Nada, Pitti dan Wahidah, terima kasih untuk segala bentuk bantuan, dan kebersamaan dalam mengerjakan penelitian.
7. Saudara saya Zikrul Sa'ban, yang telah berbaik hati membantu dan membimbing penulis selama proses pengolahan data penelitian.
8. Kak Ardiansa dan Kak Dewi, yang telah banyak membantu dan memberikan arahan dan saran selama penelitian dan penulisan skripsi.
9. Pak Mansyur yang telah banyak membimbing penulis selama tahapan magang dan belajar di Lab Kultur Jaringan UPT Balai Benih Tanaman Hortikultura.
10. Mendiang Guru Sun (Sun Tzu), ahli strategi yang berkat karya besarnya "*The Art of War*" sehingga mampu memberikan keberanian bagi penulis untuk melangkah hingga saat ini.
11. Saudara-saudaraku Biologi 2019 dan Biotigris 2019, Terima kasih atas semangat, rasa persaudaraan, serta pengalaman dan kenangan berharga selama kehidupan kampus.
12. Pemilik hampir keseluruhan kenangan perkuliahan penulis, saudara-saudaraku tersayang Azizah, Pajar, Lisa, Ririp, Dayen, Nuril, Paus, Nurang dan Sita yang selama empat tahun ini selalu menjadi rumah tempat pulang, memberikan cinta kasih, kehangatan dan ketulusan.

13. Saudara-saudaraku IWA MBOJO 2019 terkhusus kepada Nurhas, Atun dan almarhum Yuni di surga, yang sedari MABA kebersamai perjalanan serta dan selalu memberikan dorongan positif dari dulu hingga saat ini.
14. Senior terbaik yang pernah ada, Kak Rahayu Mariamah dan Abang Maulana yang selalu mau membantu dan menjadi tempat meminta pendapat dan arahan sejak MABA hingga sekarang.
15. Sepupu tercinta Nurul Aini, S.Ft dan Atika Rizki Amaliah yang selalu memberi semangat dan motivasi serta sebagai tempat curhat selama perkuliahan dan pengerjaan skripsi ini.
16. Semua pihak yang tidak sempat disebut namanya yang telah memberikan bantuan, dukungan dan doa kepada penulis.

Penulisan skripsi ini tidak luput dari kekhilafan, maka dari itu penulis sangat menghargai apabila ada kritik dan saran demi penyempurnaan skripsi dan pengembangan ilmu pengetahuan serta penelitian kedepannya. Semoga skripsi ini bernilai ibadah di sisi Allah *Subhanahu wa Ta'ala* dan dapat memberikan manfaat kepada kita semua. *Aamiin Allahumma Aamiin.*

Makassar, 4 September 2023

Apriliyani

ABSTRAK

Indonesia merupakan Negara ke-4 penghasil kopi terbesar didunia setelah Brazil, Vietnam dan Colombia. Kopi Robusta (*Coffea canefora* L.) adalah salah satu jenis kopi yang banyak dibudidayakan di Indonesia dan menjadi salah satu komoditas unggulan. Tanaman kopi Robusta pada beberapa penelitian menunjukkan cukup tahan terhadap serangan penyakit, serta mempunyai karakteristik rasa yang lebih pahit, sedikit asam dan mengandung kadar kafein lebih tinggi daripada kopi Arabika. Keunggulan kopi Robusta adalah resisten terhadap penyakit karat daun, dan memerlukan syarat tumbuh dan pemeliharaan yang ringan, sedang produksinya jauh lebih tinggi. Perbanyakan kopi Robusta salah satunya dapat dilakukan melalui teknik kultur jaringan. Teknik kultur jaringan merupakan teknik perbanyakan tanaman dengan cara mengisolasi bagian tubuh atau organ (sel atau jaringan) dari tanaman dan di tumbuhkan dalam kondisi steril. Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh pemberian konsentrasi ZPT 2,4-D dan BAP terhadap pertumbuhan kalus kopi robusta dan untuk mengetahui konsentrasi 2,4-D dan BAP yang optimal terhadap pertumbuhan kalus kopi robusta asal Bantaeng. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) 2 faktorial dengan 16 perlakuan dan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah berbagai konsentrasi 2,4-D (0 ppm, 1 ppm, 2 ppm dan 3 ppm) dan faktor kedua adalah konsentrasi BAP (0 ppm, 1 ppm, 2 ppm dan 3 ppm). Parameter yang diamati adalah hari muncul kalus, berat basah kalus, tekstur kalus dan warna kalus. Analisis data dilakukan dengan menggunakan Uji Kruskal-Wallis. Kombinasi perlakuan A1B1 memberikan nilai rata-rata hari tumbuh kalus paling cepat, selain itu perlakuan A1B1 juga memberikan nilai rata-rata berat basah kalus tertinggi. Adapun tekstur kalus didominasi tekstur kalus remah sedangkan warna kalus didominasi oleh warna putih hingga kekuningan.

Kata kunci: Kopi Robusta, Eksplant, 2,4-D, BAP, Kultur jaringan, ZPT.

ABSTRACT

Indonesia is the 4th largest coffee-producing country in the world after Brazil, Vietnam, and Colombia. Robusta coffee (*Coffea canephora* L.) is a type of coffee that is widely cultivated in Indonesia and is one of the leading commodities. Robusta coffee plants in several studies have shown that they are quite resistant to disease attacks, have more bitter, slightly sour taste characteristics, and contain higher levels of caffeine than Arabica coffee. The superiority of Robusta coffee is that it is resistant to leaf rust disease, and requires light growing and maintenance conditions, while its production is much higher. One of the ways to propagate Robusta coffee is through tissue culture techniques. The tissue culture technique is a technique of plant propagation by isolating body parts or organs (cells or tissues) from plants and growing them under sterile conditions. This study aimed to determine the effect of giving ZPT 2,4-D and BAP concentrations on the callus growth of robusta coffee and to determine the optimal concentrations of 2,4-D and BAP on the callus growth of robusta coffee from Bantaeng. This study used a 2 factorial Completely Randomized Design (CRD) with 16 treatments and 3 replications. The first factor was various concentrations of 2,4-D (0 ppm, 1 ppm, 2 ppm, and 3 ppm) and the second factor was the concentration of BAP (0 ppm, 1 ppm, 2 ppm, and 3 ppm). Parameters observed were the day of callus appearance, callus wet weight, callus texture, and callus color. Data analysis was performed using Kruskal-Wallis test. The A1B1 treatment combination gave the fastest callus growth average days, besides that the A1B1 treatment also gave the highest average callus wet weight value. The callus texture is dominated by crumb callus texture while the callus color is dominated by white to yellowish.

Keywords: *Coffea canephora*, Explant, 2,4-D, BAP, Tissue culture, ZPT.

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	ii
Lembar Pengesahan Skripsi	iii
Pernyataan Keaslian	iv
Kata Pengantar	v
Abstrak	ix
Abstract	x
Daftar Isi.....	xi
Daftar Tabel	xiii
Daftar Gambar.....	xiv
Daftar Lampiran	xv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Tujuan Penelitian	5
I.3 Manfaat Penelitian	6
I.4 Waktu dan Tempat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
II.1 Karakteristik Tanaman Kopi Robusta	7
II.2 Kalus Kopi Robusta.....	11
II.3 Peranan Zat Pengatur Tumbuh 2,4-D dan BAP	14
II.4 Kultur Jaringan	17

BAB III METODE PENELITIAN.....	19
III.1 Alat dan Bahan.....	19
III.2 Rancangan Penelitian.....	19
III.3 Prosedur Penelitian.....	20
III.4 Pembuatan untuk Larutan Stok.....	22
III.5 Pembuatan Media Murashige and Skoog (MS).....	22
III.6 Penanaman Eksplan.....	25
III.7 Pemeliharaan Eksplan.....	25
III.8 Pengamatan.....	25
III.9 Analisis Data.....	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
IV.1 Hari Munculnya Kalus.....	27
IV.2 Berat Basah Kalus.....	30
IV.3 Tekstur Kalus.....	33
IV.4 Warna Kalus.....	36
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	40
V.1 Kesimpulan.....	40
V.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA.....	41
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kombinasi perlakuan 2,4-D dan BAP.....	20
Tabel 2. Pembuatan medium MS + 2,4-D + BAP.....	24
Tabel 3. Hasil uji lanjut <i>Mann-Whitney</i> pada berat basah kalus	31
Tabel 4. Tekstur kalus pada kombinasi 2,4-D dan BAP	33
Tabel 5. Warna kalus pada kombinasi 2,4-D dan BAP	36

DAFTAR GAMBAR

- Gambar 1.** Kopi Robusta *Coffea canephora* L. 8
- Gambar 2.** Grafik rata-rata hari muncul kalus Kopi Robusta *Coffea canephora* L. 27
- Gambar 3.** Grafik rata-rata berat basah kalus Kopi Robusta *Cooffea canephora* L. 30
- Gambar 4.** Tekstur kalus Kopi Robusta *Coffea canephora* L. dengan kombinasi hormon 2,4-D dan BAP 34
- Gambar 5.** Warna kalus Kopi Robusta *Coffea canephora* L. dengan kombinasi hormon 2,4-D dan BAP 37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Komposisi media MS.	46
Lampiran 2. Perhitungan pengambilan 2,4-D dalam larutan stok.....	47
Lampiran 3. Perhitungan pengambilan BAP dalam larutan stok.....	48
Lampiran 4. Skema kerja.....	49
Lampiran 5. Sterilisasi eksplan	50
Lampiran 6. Prosedur kerja pembuatan larutan stok 2,4-D dan BAP ...	51
Lampiran 7. Prosedur kerja pembuatan media.....	52
Lampiran 8. Penanaman	53
Lampiran 9. Pemeliharaan dan pengamatan.....	54
Lampiran 10. Hasilpengamatan kalus kopi robusta <i>Coffea canephora</i> L. asal Bantaeng	55
Lampiran 11. Hasil uji Kruskal-Wallis	61
Lampiran 12. Uji lanjut <i>Mann-Whitney</i> terhadap berat basah kalus	64

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan Negara ke-4 penghasil kopi terbesar didunia setelah Brazil, Vietnam dan Colombia. Total produksi kopi yaitu sekitar 67% diekspor sedangkan 33% sisanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan dalam negeri. Tingkat konsumsi kopi dalam negeri berdasarkan hasil survey LEPM UI 1989 adalah sebesar 500 gr/kapita/tahun. Pengusaha kopi memperkirakan tingkat konsumsi kopi di Indonesia telah mencapai 800gr/kapita/tahun. Dengan demikian akan terjadi peningkatan 300 gr/kapita/tahun dalam kurun waktu 20 tahun (Budihardjo dan Fahmi, 2020). Kebutuhan kopi di dunia setiap tahunnya terus meningkat. Data *International Coffee Organization* (ICO) tahun 2014 menunjukkan bahwa pertumbuhan konsumsi kopi dunia periode tahun 2008–2012 sebesar 6,9%, dengan rata-rata pertumbuhan tiap tahunnya 1,7%. Berdasarkan data Asosiasi Eksportir dan Industri Kopi Indonesia (AEKI) tahun 2014, konsumsi kopi di Indonesia pun mengalami pertumbuhan, tercatat dalam periode tahun 2008–2012 meningkat sebesar 9,1% atau rata-rata pertumbuhan tiap tahunnya 2,3% (Santosa, dkk, 2016).

Kopi (*Coffea* sp) merupakan hasil komoditi perkebunan yang memiliki nilai ekonomis cukup tinggi di antara tanaman perkebunan lainnya seperti kakao dan kelapa sawit sehingga komoditi kopi berperan penting sebagai sumber devisa negara. Komoditi kopi tidak hanya berperan penting sebagai sumber devisa melainkan juga merupakan sumber penghasilan atau pendapatan bagi tidak kurang dari satu setengah juta jiwa petani kopi di Indonesia (Rahardjo, 2012). Budidaya

kopi di Indonesia didominasi oleh kopi robusta, yaitu mencapai 85% dari produksi kopi nasional, dan 15% kopi arabika (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2015). Budidaya kopi di Indonesia didominasi oleh perkebunan rakyat (95%) dan sisanya adalah perkebunan besar negara (3%) dan perkebunan besar swasta (2%). Rata-rata produktivitas kopi di perkebunan besar di Indonesia pada tahun 2016 diperkirakan 855 kg /ha untuk perkebunan besar nasional dan 864 kg/ha untuk perkebunan besar swasta, sedangkan produktivitas rata-rata perkebunan kopi rakyat 722 kg/ha (Hapsoro, dkk, 2019). Produksi kopi di Sulawesi Selatan pada tahun 2018 menurut Juita, dkk (2020) mencapai 31.857 ton dengan luas lahan 71.580 Ha yang menempati urutan ke-enam setelah provinsi Sumatera Selatan, Lampung, Sumatera Utara, Aceh, Jawa Timur dan Bengkulu. Salah satu Kabupaten di Sulawesi Selatan yang berpotensi terhadap pengembangan kopi adalah Kabupaten Bantaeng.

Kabupaten Bantaeng terletak di daerah pantai yang memanjang pada bagian barat ke timur kota yang salah satunya berpotensi untuk perikanan, dan wilayah daratannya mulai dari tepi laut Flores sampai ke pegunungan sekitar Gunung Lompobattang dengan ketinggian tempat dari permukaan laut 0-25 m sampai dengan ketinggian lebih dari 1.000 mdpl. Kondisi ini menyebabkan Kabupaten Bantaeng merupakan salah satu daerah di Sulawesi Selatan yang memiliki potensi untuk pengembangan kopi sebab areal penanaman yang luas serta keadaan lingkungan dan agroklimatologi yang sangat mendukung (BPS Sulsel, 2014). Wilayah penghasil kopi di kabupaten Bantaeng salah satunya adalah Desa Labbo yang masuk dalam administratif kecamatan Tompobulu. Kopi di desa Labbo terdiri dari 2 jenis yaitu Kopi Arabika (*Coffea Arabica* L.) dan Kopi Robusta (*Coffea robusta* L.) (Sahide dan Ekaputra, 2011).

Kopi Robusta (*Coffea canefora* L.) adalah salah satu jenis kopi yang banyak dibudidayakan di Indonesia dan menjadi salah satu komoditas unggulan. Tanaman kopi Robusta pada beberapa penelitian menunjukkan cukup tahan terhadap serangan penyakit, serta mempunyai karakteristik rasa yang lebih pahit, sedikit asam dan mengandung kadar kafein lebih tinggi daripada kopi Arabika (Budi, dkk, 2020). Keunggulan kopi Robusta adalah resisten terhadap penyakit karat daun, dan memerlukan syarat tumbuh dan pemeliharaan yang ringan, sedang produksinya jauh lebih tinggi. Oleh karena itu kopi ini cepat berkembang, dan mendominasi kopi-kopi lainnya. Saat ini lebih dari 90% dari areal pertanaman kopi Indonesia terdiri atas kopi Robusta (Faturrahman, dkk, 2021).

Tanaman kopi robusta dapat di perbanyak secara generatif maupun vegetatif. Perbanyak secara generatif dengan biji yang disemai, sedangkan perbanyak vegetatif (secara klonal) dilakukan dengan setek dan sambungan (Awidiyantini dan Nurmalasari, 2019). Selain itu, terdapat teknik baru yang inovatif untuk memperbanyak produksi kopi robusta, yaitu melalui teknik perbanyak kultur jaringan atau in vitro. Teknik kultur jaringan atau kultur in vitro akhir-akhir ini banyak digunakan pada berbagai jenis tanaman salah satunya untuk jenis tanaman kopi. Teknik kultur jaringan merupakan teknik perbanyak tanaman dengan cara mengisolasi bagian tubuh atau organ (sel atau jaringan) dari tanaman dan di tumbuhkan dalam kondisi steril atau aseptik yang dapat tumbuh menjadi tanaman yang utuh . Keunggulan dari teknik ini yaitu menghasilkan tanaman yang memiliki sifat yang sama atau identik dengan induknya, menghasilkan bibit dengan jumlah yang besar dalam waktu yang relatif singkat (Asmono, dkk, 2021), pengadaan bibit tidak tergantung musim, dan bibit yang dihasilkan seragam dan bebas penyakit (Kurnianingsih, dkk, 2020).

Terdapat beberapa teknik kultur jaringan antara lain yaitu fusi protoplas, keragaman somaklonal, seleksi *in vitro* dan transformasi genetik, dimana langkah awal dari semua kegiatan tersebut adalah menginduksi kalus yang bersifat embrionik. Induksi kalus dilakukan dengan jalan memacu pembelahan sel secara terus menerus dari bagian tanaman tertentu seperti daun, akar, batang, dan sebagainya dengan menggunakan zat pengatur tumbuh hingga terbentuk massa sel. Massa sel (kalus) tersebut selanjutnya akan beregenerasi melalui organogenesis ataupun embriogenesis hingga menjadi tanaman lengkap. Keberhasilan pelaksanaan kultur jaringan ditentukan oleh beberapa faktor antara lain komposisi zat pengatur tumbuh, sumber eksplan dan jenis tanaman. Zat pengatur tumbuh berguna untuk menstimulasi pembentukan kalus dan organ tanaman (Bustami, 2011).

Pembentukan dan pertumbuhan kalus dapat terjadi dengan pemberian ZPT seperti 2,4-D dan sering pula dikombinasikan dengan sitokinin (Setiawati, dkk, 2020). Dibandingkan dengan golongan auksin yang lain 2,4-D memiliki sifat lebih stabil karena tidak mudah terurai oleh enzim-enzim yang dikeluarkan oleh sel tanaman ataupun oleh pemanasan pada proses sterilisasi. Penambahan 2,4-D pada media MS padat dapat menstimulasi pembentukan kalus pada eksplan daun tebu (Bustami, 2011). 2,4-D memiliki peran yang sangat signifikan terhadap proses pembentukan kalus, terkait dengan diferensiasi maupun peningkatan kompetensi sel yang terbentuk. Demikian juga dengan sitokinin yang berperan dalam memicu pembelahan dan pemanjangan sel, sehingga dapat mempercepat pertumbuhan dan perkembangan kalus. Zat Pengatur tumbuh golongan sitokinin yang sering digunakan dalam kultur jaringan adalah BAP dan Kinetin. BAP adalah sitokinin yang sering digunakan karena paling efektif untuk

merangsang pembentukan tunas, lebih stabil dan tahan terhadap oksidasi serta paling murah diantara sitokinin lainnya (Nurjanah, 2009). Penelitian yang dilakukan oleh (Tilaar & Rantung, 2013) menjelaskan bahwa BAP 2 ppm mampu mempercepat waktu bertunas. Berdasarkan penelitian (Mawaddah, 2020) kombinasi 2,4-D dan BAP berpengaruh terhadap pertumbuhan kalus kopi robusta *Coffea canephora* L. asal Bulukumba hampir disemua kombinasi perlakuan, dimana Kombinasi A2B0 menghasilkan waktu muncul kalus tercepat yaitu 18 HST, kombinasi A2B1 menghasilkan rata-rata berat basah kalus tertinggi yaitu 0,23 gram dengan tekstur kalus didominasi oleh kalus bertekstur remah dan berwarna putih hingga kekuningan.

Berdasarkan uraian di atas penambahan hormon 2,4-D dan BAP terbukti berpengaruh terhadap pertumbuhan kalus Kopi Robusta (*Coffea canephora* L.) asal Bulukumba pada hampir seluruh konsentrasi perlakuan. Akan tetapi belum ditemukan penelitian terkait pengaruh penambahan hormon 2,4-D dan BAP terhadap pertumbuhan kalus Kopi Robusta (*Coffea canephora* L.) asal Bantaeng. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memperoleh informasi ilmiah terkait pengaruh pertumbuhan kalus Kopi Robusta (*Coffea canephora* L.) yang berasal dari Desa Labbo Kabupaten Bantaeng terhadap penambahan hormon 2,4-D dan BAP secara *in vitro*.

I.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui pengaruh pemberian 2,4-D (*Dichlorophenoxy Acetid Acid*) dan BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) terhadap pertumbuhan kalus kopi robusta (*Coffea cenephora* L.) asal Desa Labbo Kabupaten Bantaeng.

2. Mengetahui konsentrasi 2,4-D (*Dichlorophenoxy Acetid Acid*) dan BAP (6-*Benzyl Amino Purine*) yang optimal untuk mempengaruhi pertumbuhan kalus kopi robusta (*Coffea canephora* L.) asal Desa Labbo Kabupaten Bantaeng.

I.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai pengaruh pertumbuhan kalus kopi Robusta (*Coffea canephora* L.) asal Desa Labbo Kabupaten Bantaeng dari beberapa kombinasi 2,4-D dan BAP secara *In vitro* dan dapat dipergunakan sebagai bahan acuan untuk penelitian tanaman kopi Robusta (*Coffea canephora* L.).

I.4 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari 2022 – Mei 2023 di Laboratorium Kultur Jaringan Departemen Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Karakteristik Tanaman Kopi Robusta

Tanaman kopi (*Coffea* sp.) termasuk familia Rubiaceae terdiri dari beberapa jenis, namun untuk keperluan penanaman komersial hanya dikenal tiga jenis kopi yaitu *Coffea Arabica* (Arabika), *Coffea Canephora* (Robusta) dan *Coffea Liberika* (Liberika). Tanaman kopi umumnya ditanam pada daerah pegunungan dengan suhu optimum adalah 150 °C. Curah hujan yang diharapkan adalah 2000-3000 mm/tahun agar tanaman dapat tumbuh dengan subur. Masa kering 3-4 bulan (minimal 1,5 bulan) dibutuhkan untuk pembungaan hingga pemetikan hasil (Setiawan, dkk, 2015).

Kopi robusta (*Coffea canephora* L.) merupakan spesies tanaman berbentuk pohon yang termasuk dalam famili Rubiaceae. Tanaman ini tumbuh tegak dan bercabang. Tanaman kopi robusta memiliki akar tunggang berwarna kuning muda. Akar tunggang tersebut hanya dimiliki oleh tanaman kopi yang berasal dari bibit semai atau bibit sambung (okulasi) yang batang bawahnya berasal dari bibit semai. Tanaman kopi yang berasal dari bibit stek, cangkok, atau okulasi yang batang bawahnya berasal dari bibit stek tidak memiliki akar tunggang sehingga relatif mudah rebah (Latunra, 2011). Kopi jenis robusta, dapat tumbuh di ketinggian yang lebih rendah dibandingkan dengan lokasi perkebunan kopi jenis arabika. Kopi jenis robusta banyak ditemui di Pulau Jawa khususnya Jawa Tengah dan kopi robusta ini memiliki rasa yang lebih seperti coklat dan bau yang dihasilkan khas dan manis (Setiawan, dkk, 2015).



Gambar 1. Kopi Robusta *Coffea canephora* L.

Sumber : (Rahayu, dkk, 2019)

Kopi robusta dikenal dengan kopi yang tahan (robust) terhadap berbagai penyakit dan lingkungan yang berubah-ubah, memiliki sifat lebih unggul dan sangat cepat berkembang, oleh karena itu kopi jenis robusta banyak di budidayakan di Indonesia. Adapun klasifikasi dari kopi Robusta yaitu sebagai berikut (Tjitrosoepomo, 2013):

Kingdom : Plantae
Divisio : Spermatophyta
Subdivisio : Angiospermae
Classis : Dicotyledoneae
Subclassis : Asteridae
Ordo : Rubiales
Family : Rubiaceae
Genus : *Coffea*
Species : *Coffea canephora* L.

Bunga kopi robusta merupakan bunga majemuk berukuran kecil berwarna putih berbentuk payung dengan mahkota berwarna putih berbentuk bintang dan berbau harum. Terletak di ketiak daun, kelopak bunga berwarna hijau dan terbagi lima. Bunga tersusun dalam kelompok, masing-masing terdiri dari 4-6 kuntum bunga. Tanaman kopi yang sudah cukup dewasa dan dipelihara dengan baik dapat menghasilkan ribuan bunga. Bila bunga sudah dewasa, kelopak dan mahkota akan membuka, kemudian segera terjadi penyerbukan. Setelah itu bunga akan berkembang menjadi buah. Waktu yang diperlukan sejak terbentuknya bunga hingga buah menjadi matang untuk kopi robusta yaitu 8-11 bulan (AAK, 1988).

Buah kopi robusta berbentuk elips dengan rata-rata panjang buah adalah 12 mm. Buah kopi robusta dapat dipanen setelah berumur 10-11 bulan. Ukuran biji kopi robusta sekitar 20-40% dari ukuran buahnya. Kopi robusta sering disebut dengan biji kopi kelas dua, yang memiliki rasa asam sedikit bahkan tidak memiliki rasa asam sama sekali (Riastuti, dkk, 2021).

Daun kopi robusta mempunyai bentuk daun bulat telur, ujungnya agak meruncing sampai bulat. Daun tersebut tumbuh pada batang, cabang dan ranting-ranting tersusun berdampingan. Pada batang atau cabang-cabang yang tumbuhnya tegak lurus, susunan pasangan daun kopi robusta berselang-seling pada ruas-ruas berikutnya. Daun yang tumbuh pada ranting-ranting dan cabang-cabang mendatar, pasangan daun kopi robusta terletak pada bidang yang sama, tidak berselang-seling. Daun kopi robusta mengandung alkaloida, saponin, flavonoida dan polifenol (Setiawan, dkk, 2015).

Batang dan cabang-cabang kopi robusta dapat tumbuh hingga mencapai ketinggian 2-5 meter dari permukaan tanah atau mungkin juga lebih, tergantung di daerah mana kopi tersebut tumbuh. Benih robusta berbentuk oval dan biasanya

lebih kecil daripada kopi arabika. Ketinggian atau elevasi lokasi tumbuh tanaman kopi sangat berpengaruh terhadap besarnya biji kopi, jika berada di tempat yang lebih tinggi maka biji kopi akan menjadi lebih besar. Beberapa varietas yang termasuk kopi robusta antara lain *Quillou*, *Uganda*, dan *Chanephora*, ketiga varietas tersebut masing-masing memiliki karakter fisik dan sifat yang berbeda (Herlinawati, 2020).

Biji kopi robusta merupakan biji kopi yang sangat mudah untuk tumbuh dan lebih mudah panen, dikarenakan biji kopi ini kurang sensitif terhadap iklim, sehingga mereka akan selalu ada untuk dipanen dan tanaman kopi robusta ini mempunyai buah yang sangat banyak. Robusta memiliki rasa mirip seperti coklat dengan aroma yang khas. Robusta memiliki tekstur yang lebih kasar dengan warna bervariasi sesuai dengan pengolahan, kopi robusta memiliki rasa kental, pahit dan memiliki kadar kafein yang lebih tinggi dari kopi arabika (Herlinawati, 2020).

Mutu dan citarasa kopi dipengaruhi oleh klon/varietas, agroekologi (jenis tanah, elevasi, iklim, pemupukan), waktu panen, metode pemetikan, dan penyimpanan. Faktor-faktor yang mempengaruhi mutu dan citarasa kopi salah satunya adalah elevasi. Cara paling tepat adalah menanam kopi Robusta pada elevasi yang sesuai. Kopi Robusta dapat tumbuh baik pada ketinggian tempat (elevasi) 300-700 meter dari permukaan laut (mdpl) dengan suhu udara harian 24-30°C dan curah hujan rata-rata 1.500-3.000 mm/tahun. Elevasi optimal yang dianjurkan untuk penanaman kopi Robusta adalah 500-700 mdpl apabila dikaitkan dengan mutu citarasa. Umumnya semakin tinggi daerah dan penanamannya, kopi tumbuh lebih lambat dan menghasilkan buah kopi yang lebih padat dan lebih beraroma. Komponen aromatik yang terkandung di dalamnya terbentuk secara

perlahan dan menghasilkan citarasa yang khas. Kopi yang tumbuh pada elevasi lebih tinggi mempunyai komponen senyawa kimia lebih banyak dibanding kopi yang tumbuh pada elevasi lebih rendah. Selain itu, kopi tersebut mempunyai aroma, body, acidity, dan preference yang lebih baik dan terdapat korelasi positif antara elevasi tempat tumbuh dengan mutu citarasa kopi (Salamah, 2019).

II.2 Kalus Kopi Robusta

Kalus merupakan jaringan yang amorphous (tidak berbentuk atau belum terdiferensiasi) yang terbentuk ketika sel tanaman mengalami pembelahan yang tidak teratur. Terbentuknya kalus merupakan akibat dari perlukaan pada permukaan eksplan dan pengaruh perlakuan zat pengatur tumbuh yang diberikan pada media kultur (Waryastuti, dkk, 2017). Secara *in vitro*, kalus dapat terbentuk pada bekas-bekas luka irisan karena sebagian sel pada permukaan irisan tersebut akan mengalami proliferasi. Adapun tipe-tipe kalus yaitu: kalus embriogenik, kalus proliferaatif, dan kalus sense (Fauziyyah, dkk, 2012).

Pertumbuhan kalus diawali dengan terjadinya penebalan pada bagian potongan dan daerah pelukaan pada eksplan. Penebalan tersebut merupakan hasil interaksi antara eksplan dan media kultur, zat pengatur tumbuh, dan lingkungan tumbuh sehingga ukuran eksplan semakin besar (Wijaya, dkk., 2017). Pembentukan kalus diawali dengan membesarnya sel-sel epidermis bagian atas kemudian sel-sel tersebut membelah menjadi dua. Ketika tanaman dilukai maka kalus akan terbentuk akibat selnya mengalami kerusakan dan terjadi autolisis (pemecahan), dan dari sel yang rusak tersebut dihasilkan senyawa-senyawa yang merangsang pembelahan sel di lapisan berikutnya sehingga terbentuk gumpalan sel-sel yang terdiferensiasi (Wahyuningtiyas, dkk., 2014).

Perbanyakkan suatu tanaman secara kultur jaringan menghasilkan dua macam kalus yang akan terbentuk, yaitu kalus embriogenik dan kalus non-embriogenik. Kalus embriogenik ditandai dengan struktur kalus kering, berwarna putih susu, mengkilat, dan remah (mudah dipisahkan), sedangkan kalus non-embriogenik berwarna bening kecoklatan, struktur kalus kompak sehingga sulit dipisahkan, dan basah. Kalus yang mempunyai struktur kompak diindikasikan sebagai kalus yang tidak embriogenik (non-friable). Kalus embriogenik mempunyai kemampuan lebih tinggi untuk membentuk organ (tunas, daun, dan akar) daripada kalus yang non embriogenik (Sukmadjaja, 2011)

Respon pertumbuhan secara umum dalam kultur jaringan meliputi diferensiasi langsung maupun tidak langsung yaitu melalui pembentukan kalus. Kalus merupakan hasil antara dalam morfogenesis, meliputi organogenesis dan embriogenesis dan akhir dari proses ini adalah terbentuknya planlet (Thorpe, 1981). Banyak faktor yang mempengaruhi keberhasilan kultur in vitro, baik faktor dalam seperti kondisi sampel yang dijadikan sebagai eksplan maupun faktor luar seperti media pertumbuhan yang digunakan. Media perumbuhan merupakan campuran berbagai garam mineral, air, asam amino, vitamin, gula, zat pengatur tumbuh, dan pematid. Media pertumbuhan Murashige Skoog (MS) merupakan salah satu media yang penggunaannya lebih luas dalam kultur in vitro terutama untuk tumbuhan berkayu.

Jenis dan konsentrasi zat pengatur tumbuh juga berperan dalam mengontrol pertumbuhan dan morfogenesis. Organogenesis dan embriogenesis yang berasal dari kalus telah dihasilkan dari berbagai jenis tanaman yang dikulturkan dan embrio dapat dihasilkan dari sel-sel somatik ataupun dari sel gamet eksplan. Secara anatomis dan histologis sel kalus yang dihasilkan dari

kultur dapat dibedakan dalam dua tipe. Tipe yang pertama adalah sel yang mempunyai vakuola besar dan banyak, biasanya kurang mampu untuk membentuk embrioid dan tipe kedua adalah sel yang mempunyai sitoplasma banyak, biasanya mampu membentuk embrioid. Umumnya induksi yang terjadi akibat pemberian zat pengatur tumbuh dalam kultur jaringan dapat menyebabkan terjadinya pembelahan sel saja sehingga menghasilkan kalus atau induksi yang menyebabkan terjadinya modifikasi gen sehingga sel mengalami morfogenesis dan diferensiasi termasuk embriogenesis somatik. Embrio somatik dicirikan adanya calon akar dan pucuk pada satu sumbu eksplan (Gunawan, 1995).

Perbanyakan tanaman melalui embriogenesis somatik merupakan pembentukan, pertumbuhan dan perkembangan embrio dari sel-sel soma atau dari sel-sel tubuh. Embriogenesis merupakan salah satu teknik yang menguntungkan untuk propagasi vegetatif massal dari spesies yang mempunyai nilai ekonomi tinggi. Embriogenesis somatik dapat terjadi baik secara langsung maupun secara tidak langsung. Embriogenesis somatik yang terjadi secara tidak langsung diawali dengan pembentukan kalus dan embrioid yang dapat dihasilkan melalui kultur kalus maupun suspensi sel. Kalus embriogenik dapat dihasilkan dari perlakuan 2,4-D dan atau dikombinasikan dengan zat pengatur tumbuh lain. Perbanyakan tanaman melalui embriogenesis somatik sudah banyak dilakukan baik pada tanaman berdingk lunak maupun pada tanaman berkayu (Yelnititis, 2012).

Ciri khusus dari embrio somatik adalah memiliki struktur bipolar yaitu mampu membentuk dua calon meristem yaitu meristem akar dan meristem tunas dan tanaman baru yang terbentuk membutuhkan waktu yang relatif pendek jika dibandingkan dengan perbanyakan tunas adventif yang unipolar (Lestari, 2011). Keberhasilan embriogenesis somatik terjadi apabila kalus/sel yang digunakan

bersifat embriogenik yang dicirikan oleh sel yang berukuran kecil, sitoplasma padat, inti besar, vakuola kecil dan mengandung butir pati (Pangesti, dkk, 2011). Menurut Taryono (2012), embriogenesis somatik mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan kultur mata tunas dan organogenesis. Embrio yang dihasilkan bersifat bipolar sehingga tahapan pengakaran tidak diperlukan, bibit dari biji apomiksis sangat serupa, kalus embriogenik dapat diperbanyak dan dipercepat dalam media cair, bibit dapat dibuat setiap saat tanpa mengenal musim dan masa istirahat embrio.

II.3 Peranan Zat Pengatur Tumbuh 2,4-D dan BAP terhadap Pertumbuhan

Zat pengatur tumbuh merupakan senyawa yang diberikan ke tanaman sebagai suplemen tambahan untuk meningkatkan proses pembelahan sel agar lebih aktif lagi. dalam jumlah yang kecil ZPT dapat menstimulir pertumbuhan tanaman dan dalam jumlah yang besar ZPT justru menghambat pertumbuhan. Auksin dan sitokinin merupakan zat pengatur tumbuh hormonik yang memiliki keunggulan yaitu lebih banyak mengandung hormon organik (Mutryarny dan Lidar, 2018).

Auksin adalah zat hormon tumbuhan yang ditemukan pada ujung batang, akar dan pembentukan bunga yang berfungsi sebagai pengatur pembesaran sel dan dapat memicu proses pemanjangan sel di daerah belakang meristem ujung (Mutryarny dan Lidar, 2018). Peran auksin ialah merangsang pemanjangan dan perbesaran sel yang terdapat pada pucuk tanaman dan menyebabkan pertumbuhan pucuk-pucuk baru. Penambahan auksin dalam jumlah yang lebih besar, atau penambahan auksin yang lebih stabil, seperti asam 2,4-D cenderung menyebabkan

terjadinya pertumbuhan kalus dari eksplan dan menghambat regenerasi pucuk tanaman (Sari, dkk, 2013).

Penggunaan auksin 2,4-D dapat memacu pertumbuhan kalus, auksin berupa 2,4-D dapat menaikkan tekanan osmotik, meningkatkan permeabilitas sel terhadap air, menyebabkan pengurangan tekanan pada dinding sel, meningkatkan sintesis protein, meningkatkan plastisitas dan pengembangan dinding sel (Abidin, 1982). Plastisitas dan pengembangan dinding sel didorong oleh pemberian auksin, karena auksin mengeluarkan H^+ ke dalam dinding sel dan H^+ ini menyebabkan pH dinding sel menurun sehingga terjadi pelonggaran struktur dinding (berarti peningkatan plastisitas) dan terjadi pertumbuhan. Auksin 2,4-D merupakan auksin sintetik kuat yang juga berfungsi memacu pemanjangan/pertumbuhan sel, inisiasi akar dan induksi embriogenesis somatik (Waryasstuti, dkk, 2017).

2,4-D merupakan auksin sintesis yang sering digunakan untuk menginduksi embrio somatik. Hal ini dapat diamati dari segi aktivitas 2,4-D lebih optimal jika dibandingkan dengan IAA hal ini disebabkan karena 2,4-D memiliki gugus karboksil yang dipisahkan oleh karbon dan oksigen sehingga akan memberikan aktivitas yang optimal (Abidin, 1983). 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, dkk, 2012). Menurut Waryaastuti, dkk (2017), kalus dapat dipacu pembentukan dan pertumbuhannya dengan penambahan ZPT 2,4-D dan sering pula dikombinasikan dengan sitokinin. Auksin 2,4-D merupakan auksin sintetik

kuat yang berfungsi memacu pembentukan kalus, pemanjangan/pertumbuhan sel, inisiasi akar dan induksi embriogenesis somatik.

Adapun hormon Sitokinin berfungsi untuk memacu pembelahan sel dalam jaringan meristematik, merangsang diferensiasi sel-sel yang dihasilkan dalam meristem, mendorong pertumbuhan tunas samping, dan dominasi apikal (Wicaksono, dkk, 2017). Pada umumnya media perbanyakan *in vitro* yang menggunakan zat pengatur tumbuh dari golongan sitokinin, seperti BAP (*6-Benzyl Amino Purine*) yang merupakan salah satu zat pengatur tumbuh yang banyak digunakan untuk memacu pembentukan tunas dengan daya aktivitas yang kuat untuk mendorong proses pembelahan sel (Waryastuti, dkk, 2017).

BAP merupakan salah satu sitokinin sintetik yang aktif dan daya merangsangnya lebih lama karena tidak mudah dirombak oleh enzim dalam tanaman. BAP memiliki struktur yang mirip dengan kinetin dan juga aktif dalam pertumbuhan dan proliferasi kalus, sehingga BAP merupakan sitokinin yang paling aktif (Waryastuti, dkk, 2017). Zat pengatur tumbuh BAP paling banyak digunakan untuk memacu penggandaan tunas karena mempunyai aktivitas yang kuat dibandingkan dengan kinetin. BAP mempunyai struktur dasar yang sama dengan kinetin tetapi lebih efektif karena BAP mempunyai gugus benzil. Umumnya tanaman memiliki respon yang lebih baik terhadap BAP dibandingkan terhadap kinetin dan 2-iP sehingga BAP lebih efektif untuk produksi tunas *in vitro* (Lestari, 2011). Penambahan sitokinin dalam media sangat dibutuhkan untuk meningkatkan pembelahan sel, karena sitokinin berperan dalam pembentukan benang gelendong pada tahap metaphase (Gunawan, dkk, 1992).

II.4 Kultur Jaringan

Kultur *in-vitro* adalah suatu teknik mengisolasi bagian tanaman seperti protoplas, sel, jaringan dan organ, yang kemudian menumbuhkannya dalam media buatan dengan kondisi aseptik dan terkendali. Teknik ini pada awalnya digunakan dalam usaha perbanyakan tanaman secara cepat, namun saat ini telah berkembang menjadi sarana pendukung program perbaikan sifat tanaman. Teknik ini dapat menghasilkan bibit dalam jumlah yang besar tanpa memerlukan jumlah induk yang banyak dan waktu yang relatif singkat. Teknik kultur jaringan selain digunakan untuk perbanyakan tanaman, juga digunakan untuk mengeliminasi virus (Basri, 2016).

Teknik kultur jaringan didasarkan atas sifat totipotensi sel tumbuhan yang berarti setiap sel tumbuhan mampu menurunkan sifat dan mempunyai potensi yang sama dengan induknya untuk tumbuh dan berkembang bila diberikan lingkungan yang sesuai. Respon pertumbuhan secara umum dalam kultur *in vitro* meliputi diferensiasi langsung maupun tidak langsung yaitu melalui pembentukan kalus. Kalus merupakan hasil antara dalam morfogenesis, meliputi organogenesis dan embriogenesis dan akhir dari proses ini adalah terbentuknya planlet (Murni, 2010).

Kultur jaringan berguna untuk mempercepat perbanyakan tanaman secara aseksual, menghasilkan tanaman bebas penyakit, juga dapat digunakan untuk memperbaiki tanaman secara genetik. Setiap bagian tanaman dapat dijadikan eksplan, namun pada umumnya, bagian tanaman yang bersifat meristematik dapat ditumbuhkan dengan lebih mudah, seperti biji atau kotiledon, tunas pucuk, potongan batang muda, potongan akar, potongan daun, potongan umbi batang, umbi lapis dengan sebagian batang dan bagian bunga (Zulkarnain, 2009).

Penerapan teknik kultur jaringan telah banyak digunakan untuk menghasilkan tanaman dalam jumlah yang banyak dan memperbanyak bahan tanam yang sulit diperbanyak secara generatif. Karjadi (2016), telah berhasil menerapkan teknik kultur jaringan untuk memperbanyak tanaman kentang dengan menghasilkan materi berupa plantlet dan umbi mikro, dimana umbi mikro ini dapat membantu dalam pemecahan tingginya tingkat kegagalan aklimatisasi plantlet. Hasil penelitian Afriyani (2006), pada tanaman anggrek *Dendrobium stadia* pembesaran plantlet dapat menghasilkan plantlet paling tinggi berukuran 3,19 cm, jumlah daun terbanyak yakni 6,60 daun dan jumlah akar terbanyak yakni 9,80 akar pada 24 MST. Parmana (2015) berhasil menginduksi tunas dengan penambahan konsentrasi 0,5 ppm 2,4-D dengan waktu pembentukan tunas 19,20 HST. Rudiyanto (2014) berhasil menginduksi embrio somatik dan kemudian menumbuhkan plantlet pada media MS dengan penambahan 1 ppm BAP atau 2 ppm 2-IP serta mampu menginduksi perakaran plantlet *J. curcas* dengan mengkultur plantlet di media dasar ½ MS tanpa penambahan auksin.