

**PENGARUH PEMBERIAN BEBERAPA JENIS SITOKININ PADA
INDUKSI KALUS KOPI ARABIKA (*Coffea arabica* L.)**

Abdul Azis

Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan
Jurusan Produksi Pertanian

ABSTRAK

Kopi arabika termasuk jenis biji tertua dan yang paling banyak dibudidayakan, menyumbang 74% dari semua biji kopi yang di tanam di dunia. Kopi arabika tumbuh pada ketinggian antara 600 - 1.800 meter di atas permukaan laut. Bijinya lebih berharga di pasaran dan matang dalam waktu enam hingga sembilan bulan. Permintaan terhadap kopi harus dipenuhi melalui peningkatan produksi. Peningkatan produksi kopi harus memenuhi permintaan kopi negeri yang dapat dilakukan melalui penggunaan bibit unggul dengan produktifitas yang tinggi (intensifikasi) dan perluasan lahan budidaya (ekstensifikasi). Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah melalui kultur jaringan. Perbanyak kopi melalui kultur jaringan dapat dilakukan menggunakan metode embriogenesis somatik. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus – November 2023 bertempat di Laboratorium Kultur Jaringan Politeknik Negeri Jember. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian beberapa jenis sitokinin terhadap induksi kalus kopi arabika. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Non-Faktorial terdiri dari 4 perlakuan dengan 5 ulangan yaitu 3ppm BAP, 3ppm Kinetin, 3ppm 2-ip, dan 3ppm TDZ dengan menggunakan media dasar MS, dan IKE. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan ANOVA, apabila hasil menunjukkan pengaruh nyata maka dilakukan uji lanjut BNT taraf 5%. Parameter yang digunakan yaitu waktu muncul kalus baru, warna kalus baru, jenis kalus, persentase kalus baru, dan berat segar kalus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian beberapa jenis sitokinin berpengaruh sangat nyata terhadap induksi kalus kopi arabika dengan nilai rerata tertinggi pada perlakuan 3ppm TDZ.

Kata kunci : Kopi arabika, Embriogenesis somatik, Sitokinin

**EFFECT OF SEVERAL TYPES OF CYTOKININS ON CALLUS
INDUCTION ARABICA COFFEE (*Coffea arabica* L.)**

Guided by Sepdian Luri Asmono, S. ST., M.P.

Abdul Azis

*Plantation Crop Cultivation Study Program
Department of Agricultural Production*

ABSTRACT

Arabica coffee is one of the oldest and most widely cultivated types of beans, accounting for 74% of all coffee beans grown in the world. Arabica coffee grows at an altitude of between 600 - 1,800 meters above sea level. The seeds are more valuable in the market and mature in six to nine months. Demand for coffee must be met through increased production. Increasing coffee production must meet the country's demand for coffee, which can be done through the use of superior seeds with high productivity (intensification) and expanding cultivation land (extensification). Efforts that can be made to overcome this problem are through tissue culture. Coffee propagation through tissue culture can be done using the somatic embryogenesis method. This research was conducted from August to November 2023 at the Jember State Polytechnic Tissue Culture Laboratory. The purpose of this study was to determine the effect of giving several types of cytokinins on Arabica coffee callus induction. This study used a Non-Factorial Completely Randomized Design (CRD) consisting of 4 treatments with 5 replicates, namely 3ppm BAP, 3ppm Kinetin, 3ppm 2-ip, and 3ppm TDZ using MS base media, and IKE. Data from the research were analyzed using ANOVA, if the results showed a real effect then a further test of BNT at the 5% level was carried out. The parameters used were time of new callus appearance, color of new callus, type of callus, percentage of new callus, and fresh weight of callus. The results showed that the provision of several types of cytokinins had a very significant effect on the induction of Arabica coffee callus with the highest mean value in the 3ppm TDZ treatment.

Keywords : Arabica coffee, Somatic embryogenesis, Cytokinin

RINGKASAN

Pengaruh Pemberian Beberapa Jenis Sitokinin Pada Induksi Kalus Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.). Abdul Azis, NIM A43200553. Tahun 2023, Halaman, Produksi Pertanian, Politeknik Negeri Jember, Sepdian Luri Asmono, S.ST., M.P. selaku dosen pembimbing.

Kopi arabika termasuk jenis biji tertua dan yang paling banyak dibudidayakan, menyumbang 74% dari semua biji kopi yang di tanam di dunia. Kopi arabika tumbuh pada ketinggian antara 600 - 1.800 meter di atas permukaan laut. Bijinya lebih berharga di pasaran dan matang dalam waktu enam hingga sembilan bulan. Permintaan terhadap kopi harus dipenuhi melalui peningkatan produksi. Peningkatan produksi kopi harus memenuhi permintaan kopi negeri yang dapat dilakukan melalui penggunaan bibit unggul dengan produktifitas yang tinggi (intensifikasi) dan perluasan lahan budidaya (ekstensifikasi). Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah melalui kultur jaringan. Perbanyak kopi melalui kultur jaringan dapat dilakukan menggunakan metode embriogenesis somatik.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus – November 2023 bertempat di Laboratorium Kultur Jaringan Politeknik Negeri Jember. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pemberian beberapa jenis sitokinin terhadap induksi kalus kopi arabika. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Non-Faktorial terdiri dari 4 perlakuan dengan 5 ulangan yaitu 3ppm BAP, 3ppm Kinetin, 3ppm 2-ip, dan 3ppm TDZ dengan menggunakan media dasar MS, dan IKE. Data hasil penelitian dianalisis menggunakan ANOVA, apabila hasil menunjukkan pengaruh nyata maka dilakukan uji lanjut BNT taraf 5%. Parameter yang digunakan yaitu waktu muncul kalus baru, luasan kalus baru, warna kalus baru, jenis kalus, persentase kalus baru, dan berat segar kalus.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian beberapa jenis sitokinin berpengaruh sangat nyata terhadap induksi kalus kopi arabika dengan nilai rerata tertinggi pada perlakuan 3ppm TDZ.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT berkat rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi berjudul “Pengaruh Pemberian Beberapa Jenis Sitokinin Pada Induksi Kalus Kopi Arabika (*Coffea Arabica L.*)” dapat diselesaikan dengan baik.


Tulisan ini merupakan laporan hasil penelitian yang dilaksanakan pada bulan Agustus sampai September 2023 di Laboratorium Kultur Jaringan Politeknik Negeri Jember, sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Terapan Pertanian (S.Tr.P) di Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan Jurusan Produksi Pertanian.

Penulis menyampaikan penghargaan dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Direktur Politeknik Negeri Jember
2. Ketua Jurusan Produksi Pertanian
3. Ketua Program Studi Budidaya Tanaman Perkebunan.
4. Bapak Sepdian Luri Asmono S.ST., M.P selaku pembimbing skripsi yang telah memberikan ilmu dan pengetahuan serta nasehat dan solusi dalam penyusunan skripsi ini.
5. Bapak dan Ibu dosen yang telah membantu dan memberi arahan dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Teman-teman yang sudah berkontribusi dan membantu saya dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi saya.

Skripsi ini masih kurang sempurna, diharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun guna perbaikan karya tulis penulis di masa mendatang. Semoga tulisan ini bermanfaat.

Jember, 29 Januari 2024



Abdul Azis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	ii
LEMBAR PENGESAHAN	iii
SURAT PERNYATAAN	iv
PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
MOTTO	v
PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK	viii
ABSTRACT	ix
RINGKASAN	x
PRAKATA	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Tanaman Kopi	4
2.1.1. Klasifikasi Kopi Arabika	4
2.1.2. Morfologi Kopi Arabika	4
2.2. Teknik Perbanyakan Kopi	5
2.3. Kultur Jaringan Kopi	5
2.4. Media Kultur	7
2.4.1. Media Induksi Kalus Embrionik (IKE)	7
2.5. ZPT (Zat Pengatur Tumbuh)	7

2.5.1. 2,4-D	8
2.5.2. BAP.....	8
2.5.3. TDZ.....	9
2.5.4.2-iP	9
2.5.5. Kinetin	10
2.6. Hipotesis.....	10
BAB 3. METODE PENELITIAN.....	11
3.1. Tempat dan Waktu	11
3.2. Alat dan Bahan.....	11
3.3. Prosedur Kegiatan	11
3.3.1. Sterilisasi Ruang	11
3.3.2. Sterilisasi Alat.....	12
3.3.3. Pembuatan Larutan Stock (Media IKE).....	12
3.3.4. Sterilisasi Eksplan.....	17
3.3.5. Pembuatan Media Perlakuan	17
3.5. Metode Penelitian.....	18
3.6. Parameter Pengamatan	19
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1. Hasil.....	21
4.2. Pembahasan.....	21
4.2.1. Persentase Muncul Kalus Baru	21
4.2.2. Luasan Kalus Baru	22
4.2.3. Waktu Muncul Kalus Baru	24
4.2.4. Warna Kalus	26
4.2.5. Jenis Kalus	28
4.2.6. Berat Segar Kalus Baru.....	30
BAB 5. KESIMPULAN	31
5.1. Kesimpulan.....	31
5.2. Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN.....	34

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2. 2 Rumus kimia BAP ($C_{12}H_{11}N_5$)	8
Gambar 2. 3 Rumus kimia TDZ ($C_9H_8N_4O_5$).....	9
Gambar 2. 4 Rumus kimia 2- <i>Ip</i> ($C_{10}H_{13}N_5$).....	9
Gambar 2. 5 Rumus Kimia kinetin ($C_{10}H_9N_5O$)	10
Gambar 3.1 Komposisi Media IKE.....	16
Gambar 4.1 Skor jumlah kalus yang terbentuk	24
Gambar 4. 2 Diagram Batang Waktu Muncul Kalus Baru (HSK).....	24
Gambar 4. 3 Waktu muncul kalus baru.....	25
Gambar 4. 4 Warna kalus Umur 90 HSK	27
Gambar 4.5 Jenis Kalus umur 90 HSK	29

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 3.1 Sterilisasi eksplan.....	17
Tabel 3.2 Perlakuan.....	18
Tabel 4.1 Hasil uji RAL non faktorial.	21
Tabel 4. 2 Persentase Muncul Kalus Baru (%)	22
Tabel 4. 3 Luasan Kalus Baru	23
Tabel 4.4 Warna Kalus Umur 10 sampai 90 HSK	26
Tabel 4.5 Jenis Kalus umur 90 HSK.....	28
Tabel 4. 6 Berat Segar Kalus.....	30

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Peningkatan produksi kopi harus memenuhi permintaan kopi negeri yang dapat dilakukan melalui penggunaan bibit unggul dengan produktifitas yang tinggi (intensifikasi) dan perluasan lahan budidaya (ekstensifikasi). Dalam upaya perbanyak kopi secara generative melalui biji terdapat kelemahan seperti sifat morfologi anakan yang berbeda dengan induk serta keterbatasan jumlah bahan tanam yang dihasilkan. Perbanyak kopi secara vegetatif melalui stek, okulasi, dan sambung pucuk juga memiliki beberapa kelemahan, seperti hasil stek yang membutuhkan waktu lama dan lahan yang memadai untuk menyimpan bibit stek, sehingga sangat membatasi produksi bibit kopi skala besar (Rahmat & Zulfitra, 2015). Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut salah satunya dengan menggunakan kultur jaringan.

Alternatif perbanyak tanaman kopi arabika dapat dilakukan dengan teknik kultur jaringan yang merupakan kegiatan perbanyak tanaman dengan lingkungan yang aseptik. Teknik ini didasari pada karakteristik totipotensi sel tanaman yang menunjukkan bahwa tanaman yang sesuai dapat tumbuh dan berkembang menjadi tanaman utuh jika ditempatkan di lingkungan yang sesuai. Teknik kultur jaringan memiliki banyak keunggulan, seperti tanaman yang dihasilkan memiliki karakteristik yang sama dengan induknya (true-to-type), pertumbuhannya seragam, bibit yang dihasilkan steril dari patogen penyebab penyakit, dan dapat menghasilkan bibit dalam jumlah besar dalam waktu yang relatif singkat (Hasporo & Yusnita, 2018).

Embriogenesis somatik merupakan teknik yang dapat digunakan untuk memperbanyak kopi melalui kultur jaringan. Dalam embriogenesis somatik, struktur bipolar yang mirip dengan embrio zigotik berkembang dari sel non-zigotik tanpa hubungan pembuluh dengan jaringan aslinya (Ibrahim, 2015). Proses embriogenesis somatik terdiri dari beberapa tahap yaitu induksi kalus primer, proliferasi kalus embriogenik, perkembangan embrio somatik, dan regenerasi planlet (Hapsoro dan Yusnita, 2018).

Peran sitokinin Sitokinin memiliki banyak fungsi, termasuk mendorong pembelahan sel, morfogenesis, dan pembentukan klorofil, membantu pembentukan organ, memperlambat penuaan, meningkatkan aktifitas limbung, mendorong perkembangan kloroplas, dan sintesis klorofil, dan meningkatkan perkembangan kuncup samping tumbuhan dikotil. Penelitian R. Ariani (2018) mengatakan konsentrasi yang paling optimal untuk pertumbuhan kalus adalah BAP 3 ppm dan 2,4-D 1 ppm. Pada penelitian sebelumnya juga persentase tertinggi dalam pembentukan kalus terdapat pada perlakuan 2 mg L⁻¹ 2,4-D + 4 mg L⁻¹ TDZ mencapai 100 %. Dengan latar belakang dan dasar pemikiran di atas, penulis melakukan penelitian tentang “Pengaruh Pemberian Beberapa Jenis Sitokinin Pada Induksi Kalus Kopi Arabika (*Coffea arabica* L.)”.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka diperoleh rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh beberapa jenis sitokinin pada induksi kalus tanaman kopi arabika?
2. Jenis sitokinin manakah yang paling berpengaruh pada induksi kalus tanaman kopi arabika?

1.3. Tujuan Penelitian

Berdasarkan uraian latar belakang dan rumusan masalah, maka tujuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui pengaruh beberapa jenis sitokinin pada induksi kalus tanaman kopi arabika.
2. Untuk mendapatkan jenis sitokinin manakah yang memberikan pengaruh terbaik pada induksi kalus tanaman kopi arabika.

1.4. Manfaat

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi peneliti yaitu penelitian ini dapat menambah wawasan keilmuan dan pengetahuan mengenai pengaruh pemberian hormon sitokinin terhadap induksi kalus pada suatu tanaman.

2. Bagi perguruan tinggi yaitu penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan referensi untuk penelitian selanjutnya.
3. Bagi masyarakat dapat memperoleh informasi penelitian ini dan dapat dijadikan dijadikan sebagai inovasi terbaru kepada petani kopi dan penambahan hormon sitokinin terhadap induksi kalus tanaman kopi arabika.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tanaman Kopi

2.1.1. Klasifikasi Kopi Arabika

Klasifikasi tanaman kopi (*Coffea* Sp.) menurut Raharjo (2012) adalah sebagai berikut:

Kigdom	: <i>Plantae</i>
Subkigdom	: <i>Tracheobionta</i>
Super Devisi	: <i>Spermatophyta</i>
Devisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Sub Kelas	: <i>Asteridea</i>
Ordo	: <i>Rubiales</i>
Famili	: <i>Rubiaceae</i>
Genus	: <i>Coffea</i>
Spesies	: <i>Coffea sp. (Coffea arabica L.)</i>

Kopi arabika termasuk jenis biji tertua dan yang paling banyak dibudidayakan, menyumbang 74% dari semua biji kopi yang di tanam di dunia. Kopi arabika tumbuh pada ketinggian antara 600 - 1.800 meter di atas permukaan laut. Bijinya lebih berharga di pasaran dan matang dalam waktu enam hingga sembilan bulan. Kopi arabika juga diproses secara khusus yang memakan biaya lebih tinggi (Iman, 2013).

2.1.2. Morfologi Kopi Arabika

Kopi Arabika merupakan tanaman semak tegak atau pohon kecil dengan tinggi antara 5m - 6m yang memiliki diameter 7 cm. Kopi Arabika memiliki dua jenis cabang, yaitu ortotrop yang tumbuh secara vertical sedangkan plagiotrop cabang yang memiliki sudut orientasi yang berbeda yang tumbuh secara horizontal. Warna kulit tanaman kopi abu - abu, tipis dan kasar ketika tua (Hiwot, 2011).

Batang kopi berkayu yang tegak dan berwarna putih keabu-abuan. Ada dua jenis tunas pada batang kopi yaitu tunas seri (tunas reproduksi) hanya dapat tumbuh

sekali dengan arah pertumbuhan yang sejajar dengan tempat aslinya dan tunas legitim, yang hanya dapat tumbuh sekali dengan arah pertumbuhan yang sejajar dengan tempat aslinya (Arief *dkk.*, 2011).

Kopi terdiri atas 3 bagian dari bunga, buah, dan biji. Bunga pada kopi robusta berukuran kecil, mahkota berwarna putih dan harum. Kelopak bunga berwarna hijau (Direktorat Jenderal Perkebunan, 2009). Buah kopi terdiri dari daging buah dan biji. Daging buah terdiri tiga bagian yaitu lapisan kulit luar (eksokarp), lapisan daging (mesokarp), dan lapisan kulit tanduk (endokarp). Buah kopi juga memiliki dua butir biji, ada juga buah yang tidak menghasilkan biji (Najiyati & Danarti, 2012).

2.2. Teknik Perbanyak Kopi

Kopi arabika dapat di perbanyak baik secara generatif maupun vegetatif karena tingkat segregasi rendah, sehingga benih atau bibit yang di tanam persentase sama dengan induknya tinggi. Perbanyak generatif dengan menyemaikan benih. Kegiatan ini mudah di lakukan dan tidak membutuhkan banyak biaya. Perbanyak secara generatif memiliki perakaran yang kuat tidak mudah roboh Ketika ditanam di lahan (Gunawan, 1998).

Perbanyak secara vegetatif yang sering dilakukan dengan cara menyambung dan menyetek secara besar-besaran. Namun perlu diperhatikan dalam melakukan perbanyak kopi secara vegetatif akan menghasilkan akar serabut yang mudah roboh dan mudah dicabut, karena akar yang dihasilkan lebih sedikit dibandingkan dengan perbanyak secara generatif. Untuk mencegah hal tersebut terjadi, biasanya dilakukan dengan menggabungkan perbanyak vegetated dengan zat pengatur tumbuh (Payung & Susilawati, 2014).

Teknik yang dapat dikembangkan dalam rangka menghasilkan bibit kopi yang bersifat unggul dengan sifat genetik yang seragam dan tahan terhadap kekeringan yaitu menggunakan teknik kultur jaringan (Deo *dkk.*, 2010).

2.3. Kultur Jaringan Kopi

Kultur jaringan salah satu metode pertumbuhan eksplan (bagian tanaman) secara *in vitro* di media buatan yang merupakan suatu teknik mengisolasi bagian tanaman seperti protoplas, sel, jaringan dan organ, yang ditumbuhkan dalam media

buatan dengan kondisi aseptik dan terkendali (Gunawan, 1998). Metode ini dapat menghasilkan bibit dalam jumlah yang besar dalam waktu yang singkat tanpa memerlukan jumlah induk yang banyak. Kulturin vitro tidak hanya digunakan dalam perbanyakan tanaman, tetapi juga untuk mengeliminasi virus.

Kalus merupakan bahan tanam utama yang sangat penting dalam regenerasi tanaman yang baru. Kalus terbentuk diseluruh bagian permukaan yang terkena irisan eksplan yang merupakan poliferasi dari massa jaringan yang belum terdiferensiasi (Lina dkk., 2013). Daya regenerasi tanaman dalam pembentukan tunas dan akar akan digambarkan oleh struktur kalus. Struktur kalus terbagi menjadi 2 jenis yaitu kompak dan remah. Bentuknya yang kuat dan sulit dipisahkan merupakan tanda struktur kompak. Struktur remah terdiri dari kumpulan sel yang mudah lepas (Syahid , 2010).

Embriogenesis somatik dapat dibagi menjadi dua fase, yaitu fase induksi dan fase ekspresi (Arnold, 2008). Selama fase induksi, eksplan distimulasi untuk membentuk kalus embriogenik, yang merupakan kalus yang terdiri dari sel-sel yang memiliki kemampuan dalam membentuk embrio somatik. Pada fase ekspresi, kalus embriogenik berkembang menjadi embrio yang siap untuk berkecambah. Perbanyakan tanaman kopi melalui embriogenesis somatik terdiri dari beberapa tahapan yaitu induksi kalus primer, induksi kalus embriogenik, regenerasi atau pembentukan embrio, dan regenerasi tanaman dari embrio (Samson dkk., 2006; Ducos dkk., 2007).

Embriogenesis somatik merupakan salah satu teknik perbanyakan tanaman dengan menginduksi embrio dari sel somatik tanpa adanya fusi gamet (Purnamaningsih, 2002). Embriogenesis somatik secara langsung, eksplan yang ditanam pada media inisiasi akan membentuk unit embriogenik yang akan berkembang langsung menjadi embrio somatik bipolar. Sel-sel embriogenik dalam eksplan sudah ada dan hanya perlu diletakkan dalam kondisi yang tepat agar eksplan dapat berkembang menjadi embrio (Quiroz-Figueroa *dkk.*, 2005).

2.4. Media Kultur

Media kultur jaringan adalah media tanam yang terdiri dari berbagai macam unsur hara dan komponen lainnya. Media memainkan peran penting dalam perbanyakan kultur jaringan. Secara umum, jenis media yang digunakan untuk perbanyakan dan perkembang-biakan tanaman sangat penting untuk keberhasilan metode kultur jaringan. Media yang tumbuh pada kultur jaringan memiliki dampak yang signifikan terhadap pertumbuhan, perkembangan eksplan, dan bibit yang dihasilkannya (Tuhuteru, Dkk, 2018).

Media kultur yang baik harus menyediakan unsur hara makro dan mikro, vitamin dan asam amino, sumber karbohidrat, zat pengatur pertumbuhan, senyawa organik seperti air kelapa, ekstrak buah, dan bahan pematat seperti agar-agar dan gelrite. Dalam beberapa kasus, media kultur juga harus menyediakan arang aktif untuk tanaman (Widura, 2021).

2.4.1. Media Induksi Kalus Embrionik (IKE)

Kultur kalus adalah kultur yang menggunakan eksplan yang diperoleh dari bagian tanaman seperti akar, batang dan daun. Kelemahan kultur ini adalah menimbulkan keberagaman terutama pada zona perakaran. Hal ini dapat menyebabkan diskontinuitas jaringan akar dengan sistem vaskular utama. Keunggulannya adalah sel-sel kalus yang dihasilkan dapat dipisah dan diinduksi untuk berdiferensiasi menjadi embrio somatik (Silalahi, 1994).

2.5. ZPT (Zat Pengatur Tumbuh)

Zat pengatur tumbuh termasuk salah satu senyawa organik maupun sintetis bukan hara yang dapat mendukung, menghambat dan merubah proses fisiologi tanaman. Zat pengatur tumbuh terdiri dari golongan sitokinin dan auksin. Menurut Pierik (1987) mengatakan pada umumnya auksin digunakan untuk menginduksi pembentukan kalus, kultur suspensi, dan akar, dengan memacu pemanjangan dan pembelahan sel di dalam jaringan kambium yang sering diperlukan dalam konsentrasi yang tinggi untuk memacu pembentukan kalus embriogenik dan struktur embrio somatik (Lestari, 2011).

Auksin merupakan senyawa yang dapat meningkatkan tekanan osmotik, meningkatkan sintesis protein, meningkatkan permeabilitas sel terhadap air, dan

melenturkan atau melunakkan dinding sel, yang diikuti dengan penurunan tekanan dinding sel, memungkinkan air masuk ke dalam sel dan meningkatkan volume sel (Kartikasari, dkk, 2013).

Sitokinin salah satu zat pengatur tumbuh yang berfungsi untuk pembentukan organ, menunda penuaan, meningkatkan aktifitas limbung, memacu perkembangan kuncup samping tumbuhan dikotil, memacu perkembangan kloroplas dan sintesis klorofil (Sinica, 2016).

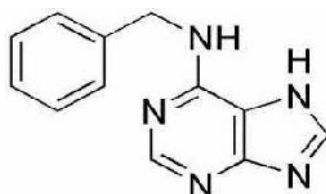
2.5.1.2,4-D

2,4-D merupakan salah satu auksin sintesis yang sering digunakan untuk menginduksi embrio somatik. Dari segi aktivitas, 2,4-D lebih optimal jika dibandingkan dengan IAA, karena memiliki gugus karboksil yang dipisahkan oleh karbon dan oksigen sehingga dapat memberikan aktivitas yang optimal. Secara in vitro, perlukaan jaringan dan respons terhadap hormon atau zat pengatur tumbuh dapat merangsang pembentukan kalus. Rangsangan jaringan pada eksplan dalam menutupi luka dapat menghasilkan kalus yang muncul pada area terluka (Wattimena, 1988).

Mekanisme kerja 2,4-D menghasilkan kalus dengan berdifusi ke dalam jaringan tanaman yang telah dilukai. Salah satu zat pengatur tumbuh auksin sintetik, 2,4-D dapat meningkatkan auksin dalam jaringan eksplan dan merangsang pembelahan sel, terutama sel-sel di sekitar luka.

2.5.2. BAP

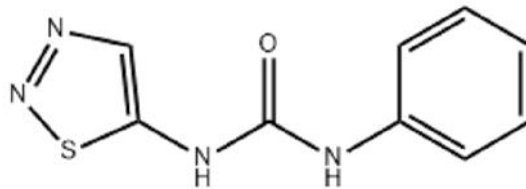
Benzyl Amino Purin salah satu zat pengatur tumbuh jenis sitokinin yang sering digunakan karena sangat efektif dalam perangsangan pemberntukan tunas pada tanaman, lebih stabil untuk digunakan, dan tahan terhadap oksidasi. BAP adalah golongan sitokinin yang berperan dalam menstimulasi pembelahan sel dan menginduksi pembentukan tunas (Suryowinoto, 1996).



Gambar 2. 1 Rumus kimia BAP (C₁₂H₁₁N₅)

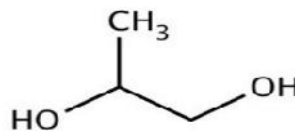
2.5.3. TDZ

Thidiazuron (TDZ) salah satu senyawa organik sitokinin sintetis yang memiliki rumus molekul $C_9H_8N_4O_5$ dengan berat molekul 220, 251. TDZ merupakan zat pengatur tumbuh yang mengontrol pertumbuhan dengan merangsang produksi sitokinin endogen dan menghambat sitokinin oksidase yang menghilangkan keaktifan sitokinin tipe adenin bebas (Nanda Raudhatul Jannah dkk, 2022).



Gambar 2. 2 Rumus kimia TDZ ($C_9H_8N_4O_5$)

2.5.4. 2-iP



Gambar 2. 3 Rumus kimia 2-Ip ($C_{10}H_{13}N_5$)

Zat Pengatur tumbuh 2-iP (2 isopenthyll adenin) merupakan salah satu sitokinin yang berfungsi untuk menstimulasi pertumbuhan dan mempunyai aktivitas tinggi dalam memacu pembelahan sel dalam kultur jaringan tanaman. Sitokinin 2-iP merupakan sitokinin yang memiliki aktivitas yang hampir sama dengan fitohormon ziatin dalam menginduksi tunas dan mempunyai aktivitas tinggi dalam memacu pembelahan sel dalam kultur jaringan tanaman (Sri, dkk, 2022).