

SKRIPSI

**EFEKTIVITAS PERTUMBUHAN EKSPLAN TANAMAN KRISAN SABIYA
AGRIHORTI *Chrysanthemum morifolium* Ramat. var. *sabiya agrihorti*
DENGAN PENAMBAHAN 2,4 - D DAN KINETIN SECARA *IN - VITRO***

**NADA FAKHIRA
H041 19 1075**

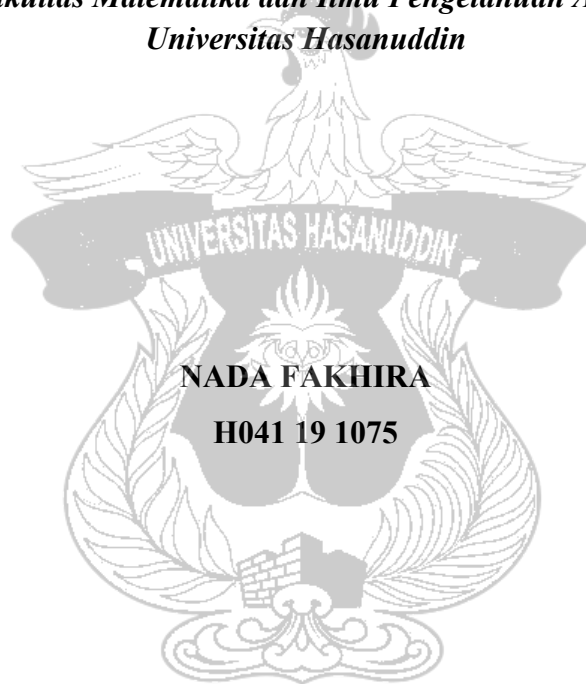


**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**EFEKTIVITAS PERTUMBUHAN EKSPLAN TANAMAN KRISAN SABIYA
AGRIHORTI *Chrysanthemum morifolium* Ramat. var. *sabiya agrihorti*
DENGAN PENAMBAHAN 2,4 - D DAN KINETIN SECARA *IN – VITRO***

SKRIPSI

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



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

LEMBAR PENGESAHAN

**EFEKTIVITAS PERTUMBUHAN EKSPLAN TANAMAN KRISAN SABIYA
AGRIHORTI *Chrysanthemum morifolium* Ramat. var. *sabiya agrihorti*
DENGAN PENAMBAHAN 2,4 - D DAN KINETIN SECARA *IN - VITRO***

Disusun dan diajukan oleh:

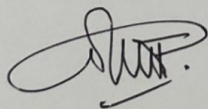
NADA FAKHIRA

H041 19 1075

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka penyelesaian program sarjana Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin pada tanggal 17 Juli 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

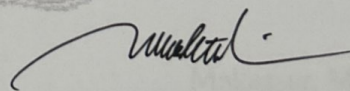
Menyetujui,

Pembimbing Utama



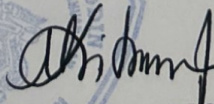
Dr. Andi Ilham Latunra, M.Si.
NIP 196702071991031001

Pembimbing Pertama



Drs. H. Muhtadin Asnady s., M.Si
NIP 196212071988031003

Ketua Program Studi,



Dr. Magdalena Litaay, M.Sc.
NIP 196409291989032002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Nada Fakhira
NIM : H041191075
Program Studi : Biologi
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul:

Efektivitas Pertumbuhan Eksplan Tanaman Krisan Sabiya Agrihorti
Chrysanthemum Morifolium Ramat. var. *sabiya agrihorti* Dengan
Penambahan 2,4 D Dan Kinetin Secara *In - Vitro*

Adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila di kemudian hari Skripsi saya ini terbukti bahwa Sebagian atau keseluruhannya adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, Mei 2023

Yang menyatakan



Nada Fakhira

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, karunia, dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul **“Efektivitas Pertumbuhan Eksplan Tanaman Krisan Sabiya Agrihorti *Chrysanthemum Morifolium* Ramat. var. *sabiya agrihorti* Dengan Penambahan 2,4 - D Dan Kinetin Secara *In – Vitro*”**. Skripsi ini penulis susun sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana S-1 di Program Studi di Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin.

Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini bukanlah sebuah perjalanan yang mudah, dan tentunya penulis tidak dapat mencapai titik ini tanpa bantuan dan dukungan dari banyak pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini, dengan kerendahan hati dan penuh rasa terima kasih, penulis ingin mengucapkan apresiasi yang setinggi-tingginya kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penulisan skripsi ini.

Pertama-tama, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada keluarga tercinta, terutama kepada kedua orangtu yakni Ayah Muh. Said dan Ibu Karyanti Masse yang telah membesarkan dan memberikan dukungan moril dan materil sepanjang perjalanan penulis sebagai mahasiswa.

Tak lupa pula penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada Bapak Dr. Andi Ilham Latunra, M.Si selaku Pembimbing Utama dan Bapak Drs. Muhtadin Asnady S. M.Si selaku Pembimbing Pertama atas dukungan, bimbingan, arahan, dan motivasi berupa kritik serta telah meluangkan waktu dan tenaganya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Selain itu, penyusunan skripsi ini

juga tidak lepas dari dukungan berbagai pihak, oleh karena penulis juga ingin mengucapkan terimakasih kepada :

1. Rektor Universitas Hasanuddin Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Si. beserta staf
2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas v Hasanuddin, Bapak Dr. Eng. Amiruddin, M.Sc., beserta staf yang telah membantu dan mengarahkan penulis dalam hal akademik dan administrasi.
3. Ibu Dr. Magdalena Litaay, M.Sc., selaku ketua Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. Terima kasih atas ilmu, masukan, serta saran yang diberikan kepada penulis.
4. Bapak Dody Priosambodo, S. Si., M.Si dan Ibu Mustika Tuwo, S.Si., S.Pd., M.Sc selaku penguji. Terima kasih atas bimbingan, arahan, dan saran yang telah diberikan.
5. Ibu Dr. Juhriah, M.Si. selaku pembimbing akademik penulis yang memberikan arahan selama masa studi dari penulis.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen Departemen Biologi yang telah membimbing dan memberikan ilmunya dengan tulus dan sabar kepada penulis selama proses perkuliahan, serta kepada staf pegawai Departemen Biologi yang telah banyak membantu penulis baik dalam menyelesaikan administrasi maupun memberikan dukungan kepada penulis selama ini.
7. Kepada UPT. Bonto – Bonto Kabupaten Gowa dan Pak Mansyur selaku Kepala Laboratorium Kultur Jaringan UPT. Bonto – Bonto, para staff, dan adik – adik smk yang selalu siap membantu mulai dari awal magang hingga penelitian yang dilakukan penulis. Terima kasih telah memberikan banyak ilmu dan pengalaman.
8. Sahabat seperjuangan “Pengangguran Sukses” yakni Putri Yasmin, Tri Diah

Pasinta, Meizalfa Fathyah, Marcella Liangto, Andi Fitria Idham, dan Mustiara Sari yang selalu mendukung dan memberikan saran serta motivasi kepada penulis dari masa perkuliahan hingga dapat menyelesaikan skripsi.

9. Teman – teman Kuljar yakni Apriliyani, Nurul Rifkah Fahira, dan Widya Safitri yang senantiasa memberikan dukungan dan bantuan kepada saya.
10. Sepupu saya Salsabil Kishan yang selalu membantu dan selalu ada dalam setiap kesulitan dalam menyelesaikan skripsi ini.
11. Teman – teman Biologi Angkatan 2019 yang selalu hadir di saat penulis membutuhkan, dan memberikan dukungan kepada penulis.
12. Teman - teman penulis yakni “Biologi Angkatan 2019“ dan “Ferguson Family yang selalu memberikan dukungan selama penyusunan skripsi.
13. Keluarga KMFMIPA UNHAS dan HIMBIO FMIPA UNHAS untuk pengalaman organisasi yang tercipta, sebagai wadah untuk mengeksplorasi potensi diri penulis.

Akhir kata penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi perbaikan kedepannya. Semoga skripsi ini bermanfaat bagi pembaca dan masyarakat luas. Dengan ini penulis mengucapkan terimakasih banyak untuk semua pihak yang terlibat, semoga kedepannya skripsi ini dapat berguna sebagai referensi tambahan bagi banyak orang.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Makassar, Mei 2023

Penulis

Nada Fakhira

ABSTRAK

Salah satu jenis tanaman hias yang banyak digemari masyarakat adalah tanaman krisan *Chrysanthemum morifolium* Ramat. yang memiliki nilai ekonomi tinggi karena digemari oleh masyarakat. Salah satu varietas krisan yang banyak diminati yakni *Chrysanthemum morifolium* Ramat var. *sabiya agrihorti*. Namun kualitas dan konsistensi produksi bunga krisan masih menjadi permasalahan umum yang terjadi. Upaya dalam menyediakan bibit yang unggul dalam waktu singkat dan dalam jumlah banyak salah satunya melalui kultur jaringan. ZPT (Zat Pengatur Tumbuh) 2,4-D dan Kinetin yang diberikan dengan seimbang mampu memacu proses morfogenesis pada eksplan. Tujuan penelitian ini yaitu mengkaji pengaruh pemberian konsentrasi ZPT 2,4-D dan Kinetin yang berbeda terhadap pertumbuhan kultur jaringan krisan Sabiya agrihorti pada fase subkultur. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan 16 perlakuan dan 3 kali ulangan. Faktor pertama adalah berbagai konsentrasi 2,4-D (2 mg/L, 4 mg/L, dan 6 mg/L) dan faktor kedua adalah konsentrasi Kinetin (1 mg/L, 2 mg/L, dan 3 mg/L). Parameter yang diamati adalah tinggi planlet, induksi akar, jumlah tunas, dan jumlah daun. Analisis data dilakukan dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA). Hasil yang berbeda nyata dilanjutkan dengan uji DMRT pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan konsentrasi 2,4-D 2 mg/L dan Kinetin 1 mg/L berpengaruh signifikan terhadap tinggi planlet. Perlakuan dengan konsentrasi 2,4-D 0 mg/L dan Kinetin 2 mg/L juga memberikan pengaruh signifikan pada parameter jumlah tunas sedangkan parameter jumlah daun terbaik terdapat pada perlakuan dengan konsentrasi 2,4-D 0 mg/L dan Kinetin 3 mg/L. Namun pada parameter induksi akar, perlakuan kontrol (DOK0) memberikan hasil pertumbuhan jumlah akar terbanyak sehingga dapat dikatakan bahwa pemberian hormon 2,4-D dan Kinetin tidak berpengaruh nyata pada parameter tersebut.

Kata kunci : *Chrysanthemum morifolium* Ramat var. *sabiya agrihorti*, Eksplan, 2,4-D, Kinetin, Kultur jaringan, ZPT

ABSTRACT

One type of ornamental plant that is popular with the public is the *Chrysanthemum morifolium* Ramat *chrysanthemum* plant. which has high economic value because it is favored by the community. One of the most popular *chrysanthemum* varieties is *Chrysanthemum morifolium* Ramat var. *sabiya agrihorti*. However, the quality and consistency of *chrysanthemum* flower production is still a common problem. One of the efforts to provide superior seeds in a short time and in large quantities is through tissue culture. ZPT (Growth Regulatory Substance) 2,4-D and Kinetin which are given in a balanced way can stimulate the process of morphogenesis in explants. The purpose of this study was to examine the effect of giving different concentrations of ZPT 2,4-D and Kinetin on the growth of *Sabiya agrihorti chrysanthemum* tissue culture in the subculture phase. This study used a factorial Completely Randomized Design (CRD) with 16 treatments and 3 replications. The first factor is the various concentrations of 2,4-D (2 mg/L, 4 mg/L, and 6 mg/L) and the second factor is the Kinetin concentration (1 mg/L, 2 mg/L, and 3 mg/L) . Parameters observed were plantlet height, root induction, number of shoots, and number of leaves. Data analysis was performed using Analysis of Variance (ANOVA). Significantly different results were continued with the DMRT test at the 5% level. The results showed that the addition of 2 mg/L 2,4-D and 1 mg/L kinetin had a significant effect on plantlet height. Treatment with a concentration of 2,4-D 0 mg/L and Kinetin 2 mg/L also had a significant effect on the number of shoots parameter while the best number of leaves parameter was found in the treatment with a concentration of 2,4-D 0 mg/L and Kinetin 3 mg/L L. However, for the root induction parameter, the control treatment (D0K0) gave the highest number of roots so that it can be said that the administration of 2,4-D and Kinetin hormones had no significant effect on these parameters.

Keywords: Chrysanthemum morifolium Ramat var. *sabiya agrihorti*, Explants, 2,4-D, Kinetin, Tissue culture, ZPT

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGAJUAN.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI.....	Error! Bookmark not defined.
PERNYATAAN KEASLIAN.....	Error! Bookmark not defined.
KATA PENGANTAR	iv
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
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 Tanaman Krisan <i>Chrysanthemum morifolium</i>	7
II.2 Krisan Sabiya Agrihorti <i>Chrysanthemum</i> Ramat. var. <i>sabiya agrihorti</i>	8
II.3 Kultur Jaringan	10
II.4 Media Kultur Jaringan	12
II.5 Zat Pengatur Tumbuhan.....	14
II.5.1 2,4-D (<i>Dichlorophenoxy acetid acid</i>)	17
II.5.2 Kinetin.....	18
BAB III METODE PENELITIAN.....	20
III.1 Alat dan Bahan	20
III.1.1 Alat.....	20
III.1.2 Bahan	20
III. 2 Rancangan Penelitian	20
III. 3 Prosedur Penelitian.....	22

III.3.1 Sterilisasi.....	22
III.3.2 Pembuatan Larutan Stok.....	22
III.3.3 Pembuatan Media Murashige-Skoog (MS)	23
III.4 Penanaman Eksplan.....	26
III. 5 Parameter Pengamatan	26
III.6 Analisis Data	27
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	28
IV.1 Tinggi Planlet Krisan <i>Chrysanthemum morifolium</i> Ramat var. <i>sabiya agrihorti</i>	28
IV.2 Induksi Akar Krisan <i>Chrysanthemum morifolium</i> Ramat var. <i>sabiya agrihorti</i>	32
IV.3 Jumlah Tunas <i>Chrysanthemum morifolium</i> Ramat var. <i>sabiya agrihorti</i> .	36
IV.4 Jumlah Daun <i>Chrysanthemum morifolium</i> Ramat var. <i>sabiya agrihorti</i> ..	41
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	46
V.1 KESIMPULAN	46
V.2 SARAN.....	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN.....	52

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan 2,4-D dan Kinetin	21
Tabel 2. Pembuatan MS + 2,4-D + Kinetin.....	25
Tabel 3. Hasil analisis uji lanjut DMRT pada tinggi planlet 5 MSK	29
Tabel 4. Hasil analisis uji lanjut DMRT pada Induksi akar 5 MSK.....	33
Tabel 5. Hasil analisis uji lanjut DMRT pada jumlah Tunas 1 MSK.....	38
Tabel 6. Hasil analisis uji lanjut DMRT pada jumlah Daun 5 MSK.....	42

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	<i>Chrysanthemum morifolium</i> var. <i>sabiya agrihorti</i>	9
Gambar 2.	Rumus Kimia 2,4-D (Dichlorophenoxy acetic acid).....	17
Gambar 3.	Rumus Kimia Kinetin (6-Furfuryl Amino Purine).....	18
Gambar 4.	Grafik rata-rata tinggi planlet krisan <i>Chrysanthemum morifolium</i> Ramat. var. <i>sabiya agrihorti</i> pada umur 5 MSK.	28
Gambar 5.	Grafik rata-rata pertumbuhan akar krisan <i>Chrysanthemum</i> <i>morifolium</i> Ramat. var. <i>sabiya agrihorti</i> pada umur 5 MSK.	32
Gambar 6.	Grafik rata-rata jumlah tunas krisan <i>Chrysanthemum morifolium</i> Ramat. var. <i>sabiya agrihorti</i> pada umur 3 MSK.	37
Gambar 7.	Grafik rata-rata jumlah daun krisan <i>Chrysanthemum morifolium</i> Ramat. var. <i>sabiya agrihorti</i> pada 1 MSK- 5 MSK.	41

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Komposisi Media <i>Murashige and Skoog</i> (MS).....	52
Lampiran 2. Deskripsi Krisan Varietas <i>sabiya Agrihorti</i>	53
Lampiran 3. Perhitungan Pembagian ZPT Untuk Pembuatan Larutan Stok	54
Lampiran 4. Skema Kerja	56
Lampiran 5. Prosedur Kerja Pembuatan Larutan Stok 2,4-D dan Kinetin	57
Lampiran 6. Prosedur Kerja Pembuatan Media	58
Lampiran 7. Penanaman.....	61
Lampiran 8. Pengamatan	62
Lampiran 9. Hasil Pengamatan Krisan <i>Chrysanthemum morifolium</i> Ramat. var. <i>sabiya agrihorti</i>	63
Lampiran 10. Hasil Pengamatan Induksi Akar Krisan <i>Chrysanthemum</i> <i>morifolium</i> Ramat. var. <i>sabiya agrihorti</i>	68
Lampiran 11. Tabel ANOVA dan Uji DMRT Tinggi Planlet	69
Lampiran 12. Tabel ANOVA dan Uji DMRT Induksi Akar	70
Lampiran 13. Tabel ANOVA dan Uji DMRT Jumlah Tunas.....	71
Lampiran 14. Tabel ANOVA dan Uji DMRT Jumlah Daun	72

BAB I

PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara terbesar di dunia yang kaya akan keanekaragaman hayatinya (*megabiodiversity*). Indonesia mempunyai ribuan spesies dari kelompok flora baik flora tingkat rendah maupun flora tingkat tinggi. Hal tersebut dikarenakan letak dari Indonesia yang strategis dan daerahnya yang terletak di daerah tropis. Keanekaragaman jenis flora tersebut memiliki berbagai manfaat yang menguntungkan dalam berbagai bidang bagi masyarakat di Indonesia. Salah satu bidang manfaat dari berbagai jenis flora atau tanaman yang menguntungkan yaitu pada bidang tanaman hias (Sartika, 2016).

Tanaman hias kini sangat populer dan banyak diminati para konsumen, tidak hanya untuk hobi, koleksi bahkan dijadikan suatu peluang pendapatan dengan harga jual yang tinggi. Salah satu tanaman di Indonesia sebagai komoditas andalan dalam industri hortikultura khususnya florikultura adalah tanaman bunga krisan. Krisan telah dibudidayakan sejak kekaisaran Jepang dan Tiongkok. Krisan juga merupakan salah satu jenis tanaman hias yang memiliki nilai ekonomi tinggi dan mempunyai peluang besar untuk meningkatkan taraf hidup masyarakat. Besarnya minat masyarakat, prospek bisnis, dan kegunaannya, maka krisan termasuk dalam kategori tanaman yang berpotensi tinggi untuk dikembangkan dan dibudidayakan khususnya di Indonesia (Soehendi dkk., 2015 ; Demmassabu dkk., 2011).

Menurut Basis Badan Pusat Statistik Pertanian (2016) menunjukkan bahwa produksi tanaman krisan di Indonesia mulai meningkat dari tahun ke tahun. Berdasarkan data basis tersebut, krisan adalah tanaman bunga potong yang

mempunyai luas panen paling tinggi pada tahun 2016, yaitu sebesar 1.091,42 hektar. Peningkatan produksi ini menunjukkan bahwa Indonesia memiliki potensi usaha untuk tanaman krisan. Usaha bunga krisan di Indonesia memiliki peluang ekspor yang cukup besar seiring dengan peningkatan permintaan bunga krisan, jumlah penduduk dan perubahan gaya hidup masyarakat (Hakim, 2021).

Perkiraan permintaan bunga krisan *Chrysanthemum morifolium* di Indonesia selalu meningkat pada kisaran 25% pertahun. Kualitas dan konsistensi produksi bunga krisan masih menjadi permasalahan umum yang terjadi. Oleh karena itu, sering ditemui harga penjualan bunga krisan yang kualitatif dengan kualitas bunga yang tidak seragam. Pengamatan yang telah dilakukan di lapangan memperlihatkan bahwa kebanyakan krisan yang dilakukan oleh petani masih menggunakan cara konvensional yaitu dengan cara stek pucuk. Kebanyakan krisan dengan cara ini dapat menyebabkan terjadinya penurunan produktivitas dan kualitas krisan (Sartika, 2016).

Krisan Sabiya Agrihorti *Chrysanthemum morifolium* var. *sabiya agrihorti* merupakan salah satu varietas dari bunga krisan yang sering dibudidayakan sebagai tanaman hias. Varietas ini memiliki keunggulan yakni dilihat dari bunganya yang memiliki daya tarik tersendiri dilihat dari keragaman warna, bentuk, dan tipenya. Permintaan bunga krisan berada pada urutan teratas dibandingkan dengan jenis bunga potong lainnya (Demmassabu dkk., 2011).

Banyaknya permintaan untuk tanaman krisan tidak sebanding dengan sediaan induk tanaman. Jumlah tanaman induk belum cukup untuk memenuhi ketersediaan bibit untuk kebanyakan krisan. Menurut Muhi (2007) dalam Sartika (2016), bahwa masalah lain dari degenerasi bibit yaitu penurunan mutu bibit sejalan

dengan bertambahnya umur tanaman induk, dan rendahnya mutu bibit yang dihasilkan. Hal ini dikarenakan tanaman krisan diperbanyak dengan setek pucuk maupun anakan. Untuk menghindari atau mengurangi degenerasi bibit, produsen dituntut agar dapat menerapkan teknik perbanyakan yang tepat untuk mengatasi masalah tersebut. Cara yang dapat digunakan untuk mengatasi hal ini adalah dengan cara kultur jaringan. Hal ini juga dijelaskan dalam penelitian Soehandi dkk., (2015) bahwa dalam pengembangan budidaya krisan, kesulitan yang mendasar adalah ketersediaan bibit yang berkualitas tinggi. Terkadang benih krisan tidak dapat langsung dibudidayakan di lapangan.

Salah satu alternatif untuk mendapatkan tanaman krisan dalam jumlah banyak dan waktu singkat adalah dengan dilakukan perbanyakan secara *in vitro* melalui teknik kultur jaringan. Perbanyakan tanaman krisan yang dilakukan dengan cara kultur jaringan diharapkan dapat menghasilkan kualitas bibit krisan yang unggul dan seragam, tahan terhadap penyakit, tingkat produksi tinggi serta waktu yang relatif lebih singkat jika dibandingkan dengan perbanyakan secara konvensional (Dinika dkk., 2021).

Metode kultur jaringan dikembangkan untuk membantu memperbanyak tanaman, khususnya untuk tanaman yang sulit dikembangkan secara generatif. Keberhasilan metode ini tergantung dengan sistem seleksi yang digunakan pada tahap awal dan kemampuan menghasilkan tanaman secara *in vitro*. Kultur jaringan merupakan suatu metode untuk mengisolasi bagian dari tanaman seperti protoplasma, sel, jaringan, organ serta menumbuhkannya dalam bergenerasi menjadi tanaman utuh kembali. Sel, jaringan dan organ tanaman ditumbuhkan dalam suatu lingkungan yang terkendali dan dalam keadaan aseptik atau bebas mikroorganisme (Nofrianinda dkk, 2017). Teknik kultur jaringan terhadap tanaman

krisan tidak hanya untuk memperbanyak benih unggul secara massal tetapi juga dapat diaplikasikan untuk penyimpanan berbagai plasma nutfah tanaman krisan yang mempunyai nilai ekonomi dan tergolong langka (Gaikwad *et al.*, 2017).

Salah satu persyaratan keberhasilan kultur jaringan adalah pemilihan media yang dipakai, baik komposisi maupun jumlahnya. Apabila media yang dipakai sesuai, jaringan yang ditanam akan berkembang dan membentuk kalus, akar, atau tunas. Media tumbuh pada kultur jaringan sangat besar pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan perkembangan eksplan serta bibit yang dihasilkan. Media merupakan faktor penting dalam teknik kultur *in vitro* karena nutrisi untuk pertumbuhan eksplan hanya diperoleh dari media (Prayogi, 2013 ; Hakim 2021).

Menurut Pagalla dkk., (2015), media dasar masih memerlukan penambahan zat pengatur tumbuh (seperti auksin, sitokin, atau giberilin) atau ekstrak bahan organik untuk mempengaruhi perkembangan eksplan. Zat pengatur tumbuh (ZPT) merupakan hormon sintetis dari luar tubuh tanaman yang berfungsi untuk merangsang perkecambahan, pertumbuhan akar, dan tunas (Mahadi dkk., 2016). Zat pengatur tumbuh (ZPT) yang sering digunakan untuk menginduksi pembentukan eksplan adalah auksin dan sitokinin. Diantara golongan auksin yang umum digunakan pada media kultur *in vitro* adalah 2,4-D (*2,4-Dichlorophenoxy acetic acid*) (Wahyuningtiyas dkk., 2014). Penambahan 2,4-D dalam media efektif untuk meningkatkan laju pertumbuhan kalus dan pengembangan dinding sel (Mahadi *et al.*, 2016).

Menurut Indah dan Ermavutalini (2013) 2,4-D memiliki sifat lebih stabil dibandingkan auksin lain seperti IAA karena tidak mudah terurai oleh enzim-enzim yang dikeluarkan oleh sel tanaman ataupun oleh pemanasan pada saat sterilisasi.

Selain auksin, pemberian sitokinin juga berperan dalam menginduksi kalus dimana peranannya memicu pembelahan sel. Salah satu golongan sitokinin adalah kinetin. Penambahan kinetin ke dalam media berpengaruh terhadap pertumbuhan eksplan dalam menghilangkan dominasi apikal dan sebagai pengatur pembelahan sel dan morfogenesis (Rizal dkk., 2017). Kinetin merupakan sitokinin yang paling potensial dalam menginduksi pertumbuhan tunas tanaman (Putriana dkk., 2019).

Pada beberapa penelitian sebelumnya, telah dibuktikan adanya pengaruh positif penambahan kombinasi kedua hormon ini (2,4-D dan kinetin) terhadap media pertumbuhan. Berdasarkan uraian di atas, kombinasi hormon 2,4-D dan kinetin pada media terbukti berpengaruh terhadap pertumbuhan suatu tanaman. Namun, belum ditemukan penelitian terkait pengaruh penambahan kombinasi hormon 2,4-D dan kinetin terhadap pertumbuhan eksplan tanaman krisan Sabiya agrihorti *Chrysanthemum var. sabiya agrihorti*. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk memberikan informasi ilmiah terkait konsentrasi yang tepat dalam penambahan hormon 2,4-D dan kinetin untuk pertumbuhan eksplan tanaman krisan Sabiya agrihorti *Chrysanthemum morifolium var. sabiya agrihorti*.

I.2 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh pemberian ZPT 2,4-D dan kinetin pada pertumbuhan eksplan Krisan *Chrysanthemum morifolium var. sabiya agrihorti* secara *in-vitro*.
2. Mengetahui konsentrasi optimal pemberian ZPT 2,4-D dan kinetin pada pertumbuhan eksplan Krisan *Chrysanthemum morifolium var. sabiya agrihorti*.

I.3 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah mengenai pertumbuhan eksplan Krisan *Chrysanthemum morifolium* var. *sabiya agrihorti* dari beberapa kombinasi hormon kinetin dan 2,4-D secara *in vitro* dan dapat dipergunakan sebagai bahan acuan untuk penelitian tanamaan krisan.

I.4 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Desember-Maret 2023. Penelitian dilakukan di Laboratorium Kultur Jaringan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin, Makassar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Tanaman Krisan *Chrysanthemum morifolium*

Krisan merupakan tanaman bunga hias berupa perdu dengan sebutan lain seruni atau bunga emas (*Golden Flower*) yang berasal dari dataran Cina. Tanaman Krisan dari Cina dan Jepang menyebar ke kawasan Eropa dan Prancis tahun 1795. Tahun 1808 M Colvil dari Chelsea mengembangkan 8 varietas krisan di Inggris. Pada abad ke-17 krisan mulai masuk ke Indonesia, sejak tahun 1940 krisan dikembangkan secara komersial. Daerah-daerah di Indonesia yang merupakan sentra penghasil bunga krisan antara lain, Bandung, Cianjur, Cisarua, Sukabumi serta Lembang. Varietas yang ditanam dan dikembangkan adalah varietas krisan hibrida yang berasal dari Eropa dan Jepang (Sartika, 2016).

Krisan *Chrysanthemum morifolium* termasuk dalam tanaman hari pendek atau *Short day plant* yaitu tanaman yang akan berbunga apabila lama siang hari lebih pendek dibandingkan malam (16 jam siang), yang berasal dari daerah sub tropis dan sebagai bunga potong yang sangat disenangi konsumen di Indonesia. Hal ini dikarenakan keistimewaan serta keindahan yang dimiliki sehingga termasuk salah satu komoditi utama dari tanaman hias selain mawar, anggrek dan gladiol. (Purnobasuki dkk., 2014 ; Widiastuti, 2016). Genus *Chrysanthemum* terdiri atas lebih dari 100 spesies yang tersebar di belahan bumi utara. Sementara Krisan *Chrysanthemum morifolium* memiliki 1000 varietas yang tersebar di seluruh dunia (Dewi dkk., 2015).

Krisan merupakan bunga potong terbesar diantara tanaman hias lainnya yang diperdagangkan di seluruh dunia, karena tidak hanya dinikmati keindahannya saja namun tanaman hias ini dapat tahan lama. Tanaman krisan bisa diperbanyak

secara vegetatif seperti stek namun pertumbuhannya sangat lambat. Tanaman krisan bisa diperbanyak dengan kultur jaringan secara multiplikasi dapat meningkatkan pertumbuhan tunas dengan cepat (Sartika, 2016).

Disamping memiliki keindahan karena keragaman bentuk dan warnanya, bunga krisan juga memiliki kesegaran yang relatif lama dan mudah dirangkai. Keunggulan lain yang dimiliki adalah bahwa pembungaan dan panennya dapat diatur menurut kebutuhan pasar. Sebagai bunga potong, krisan digunakan sebagai bahan dekorasi ruangan, vas bunga dan rangkaian bunga. Sebagai tanaman pot krisan dapat digunakan untuk menghias meja kantor, ruangan hotel, restaurant dan rumah tempat tinggal (Listyani, dan Widiawati., 2014).

Bunga krisan sangat populer di masyarakat karena banyaknya jenis, bentuk dan warna bunga. Selain bentuk mahkota dan jumlah bunga dalam tangkai, warna bunga juga menjadi pilihan konsumen. Pada umumnya konsumen lebih menyukai swarna merah, putih dan kuning, sebagai warna dasar krisan. Namun sekarang terdapat berbagai macam warna yang merupakan hasil persilangan di antara warna dasar tadi. Bunga potong yang banyak diminati adalah bunga yang mekar sempurna, penampilan yang sehat dan segar serta mempunyai tangkai batang yang tegar dan kekar, sehingga bunga potong menjadi awet dan tahan lama. Bunga krisan merupakan salah satu jenis bunga potong penting di dunia dan lebih banyak dimanfaatkan sebagai bunga hiasan (Listyani, dan Widiawati., 2014).

II.2 Krisan Sabiya Agrihorti *Chrysanthemum* Ramat. var. *sabiya agrihorti*

Krisan Sabiya Agrihorti *Chrysanthemum* var. *sabiya agrihorti* adalah salah satu jenis tanaman hias berupa bunga potong yang populer di Indonesia dan merupakan tanaman yang banyak dibudidayakan. Berdasarkan bentuk bunga krisan yang dijumpai, spesies *Chrysanthemum morifolium* var. *sabiya agrihorti* tergolong

dalam bentuk *pompom* berdasarkan mahkota bunga serta susunannya. Bentuk pompom atau bentuk bulat seperti bola ini ditandai dengan adanya mahkota bunga yang mengarah ke semua arah dan berlapis – lapis mahkota bunganya sehingga berbentuk melingkar dan mirip bulatan bola (Azeezahmed *et al.*, 2016).

Krisan dengan spesies *Chrysanthemum morifolium* var. *sabiya Agrihorti* berasal dari genus *Chrysanthemum*. Genus ini memiliki berbagai varietas yang sudah banyak dijumpai di masyarakat. Krisan dengan varietas ini merupakan tanaman berhabitus perdu. Tanaman ini memiliki tinggi dengan kisaran 88-92 cm dan tergolong jenis *spray* dengan bentuk bunga ganda dengan jumlah bunga yakni per tangkai 9-13 kuntum. Adapun klasifikasi tanaman krisan *Chrysanthemum morifolium* var. *sabiya agrihorti* menurut (Tjitrosoepomo, 2013) dalam sistem taksonomi tumbuhan adalah sebagai berikut :

Regnum : Plantae
Divisio : Spermatophyta
Classis : Dicotyledonae
Ordo : Asterales
Familia : Araceae
Genus : *Chrysanthemum morifolium*
Spesies : *Chrysanthemum morifolium* Ramat. var. *sabiya agrihorti*



Gambar 1. *Chrysanthemum morifolium* Ramat. var. *sabiya agrihorti*
(Balithi, 2013)

Krisan Sabiya Agrihorti *Chrysanthemum morifolium* var. *sabiya agrihorti* mulai berbunga pada umur 56-58 hari setelah tanam. Selain itu, bunganya tumbuh di ujung tangkai, menghadap ke atas dan bentuknya tergolong bunga cawan. Helaiian bunga pita membentang ke luar (straight), bertekstur lunak, berbentuk lonjong, berwarna kuning, memiliki tepi yang rata, ujung bunga pita meruncing, dan pada permukaan bunga pita terdapat guratan yang lebih jelas pada permukaan bawah. Adapun untuk diameter kuntum bunga 5,8-7,9 cm, Panjang tangkai per bunga 10,0- 11,8 cm, lama kesegaran bunga 17-21 hari, warna kuntum bunga kuning cerah dengan piringan bunga kehijauan. Beradaptasi dengan baik di dataran tinggi dengan ketinggian 700-1200 mdpl (Balithi, 2019).

II.3 Kultur Jaringan

Kultur jaringan tanaman merupakan serangkaian teknik yang dirancang dengan menggunakan larutan bernutrisi dalam lingkungan aseptis yang terkendali untuk tujuan perbanyakan tanaman, dan penggandaan sel atau jaringan tanaman. Jika dibandingkan dengan perbanyakan tanaman secara konvensional, teknik perbanyakan secara kultur jaringan memiliki kelebihan, diantaranya yaitu membutuhkan tempat yang tidak luas, masa penanaman tidak tergantung oleh musim, dan menghasilkan bibit tanaman yang bebas penyakit dalam jumlah banyak dan waktu relatif singkat (Maisyarah dan Silvia, 2021).

Terdapat beberapa macam teknik kultur jaringan diantaranya adalah kultur organ, kultur embrio, kultur kalus, kultur suspensi sel, dan kultur protoplas. Kultur organ adalah teknik perbanyakan tanaman secara vegetatif dengan cara mengambil salah satu organ tanaman yang masih bersifat meristematik (daun, biji, pucuk, atau tangkai bunga). Kultur embrio yaitu teknik perbanyakan menggunakan biji atau embrio. Kultur kalus adalah teknik perbanyakan kalus atau sekumpulan sel yang aktif membelah dan belum mengalami diferensiasi. Kultur suspensi sel yaitu kultur

cairan sel – sel tanaman dan kultur protoplas adalah perbanyakan sel tanaman yang telah diambil dinding selnya (Sartika, 2016).

Teknik kultur jaringan tumbuhan berkembang berdasar pada teori totipotensi sel. Sifat totipotensi merupakan kebutuhan utama pada regenerasi tanaman *in vitro*. Kemampuan sel dan protoplas yang dikultur untuk berproliferasi dan membentuk jaringan bahkan berkembang menjadi individu tanaman utuh disebut totipotensi. Semua sel pada kondisi kultur *in vitro* secara individu mampu mengekspresikan sifat totipotensinya. Kemampuan ini umumnya diwariskan dan akan tetap ada bahkan setelah sel mengalami diferensiasi final. Sel yang telah terdiferensiasi mengekspresikan totipotensinya dengan mengalami dediferensiasi (perubahan morfologi dan sitologi sel dari dewasa menjadi muda dan aktif membelah lagi) terlebih dahulu yang diikuti oleh rediferensiasi. Dimana rediferensiasi adalah suatu pembentukan kembali organ atau tanaman utuh dari sel yang telah mengalami dediferensiasi (Mastuti, 2017).

Menurut Mastuti (2017), keuntungan teknik kultur jaringan adalah :

1. Menghasilkan anakan bersifat *true-to-type* yaitu memiliki sifat sama dengan induknya misalnya dengan menghasilkan karakter berkualitas pada bunga, buah atau produk lain.
2. Menghasilkan tumbuhan dewasa relatif cepat.
3. Tumbuhan yang dihasilkan merupakan hasil regenerasi dari sel yang telah dimodifikasi secara genetik.
4. Efisien dalam pemanfaatan lahan karena tidak memerlukan area pembibitan yang luas.
5. Tidak tergantung musim dan faktor lingkungan karena hampir semua tahap pekerjaan kultur jaringan dilakukan di laboratorium dengan kondisi terkontrol.

Kultur jaringan selain untuk teknik perbanyakan, dapat juga digunakan untuk menghasilkan dan memproduksi senyawa metabolit sekunder seperti minyak atsiri hanya dengan menghasilkan kalus dari bagian tanaman tertentu, kemudian diekstrak untuk mendapatkan senyawa yang terkandung di dalamnya. Hendaryono dan Wijayani (1994) dalam Rosyidah dkk., (2014) juga mengatakan bahwa untuk mendapatkan senyawa metabolit sekunder yang terkandung di dalam suatu tanaman tertentu akan lebih mudah didapat dari kalus suatu eksplan.

Adapun tahapan dalam kultur jaringan meliputi tahap persiapan, tahap pembuatan media dan tahap inokulasi eksplan. Tahap persiapan bertujuan untuk memastikan alat dan bahan telah tersedia. Salah satu persyaratan yang harus dipenuhi dalam kultur jaringan adalah menciptakan kondisi aseptis, sehingga alat dan bahan yang akan digunakan harus disterilisasi. Tahap selanjutnya adalah pembuatan media. Media yang digunakan merupakan media buatan yang mengandung unsur hara makro, mikro, vitamin, sumber energi dan zat pengatur tumbuh. Tahap inokulasi eksplan adalah penanaman eksplan (bahan tanam) pada media. Kultur jaringan membutuhkan kondisi aseptis dan lingkungan yang terkontrol sehingga keberadaan laboratorium sangat diperlukan, lingkungan yang sesuai bertujuan agar eksplan dapat tumbuh dan berkembang. Namun saat ini sudah berkembang juga usaha kultur jaringan tanaman skala rumah tangga (Kurnianingsih dkk., 2020).

II.4 Media Kultur Jaringan

Keberhasilan perbanyakan tanaman dengan metode kultur jaringan secara umum sangat tergantung pada sumber eksplan dan jenis media. Sumber eksplan pada kultur jaringan merupakan bagian dari tanaman yang masih aktif membelah

(jaringan meristem), macam-macam eksplan yang dapat digunakan yaitu pucuk, daun, akar, biji, tunas, kotiledon, hipokotil, buah, dan bakal buah (Henuhili 2013). Media tumbuh pada kultur jaringan besar pengaruhnya terhadap pertumbuhan dan perkembangan eksplan serta bibit yang dihasilkannya. Komposisi media yang digunakan tergantung jenis tanaman yang diperbanyak (Nurhanis dkk., 2019).

Setiap tanaman membutuhkan paling sedikit 16 unsur untuk pertumbuhannya yang normal. Tiga unsur diantaranya adalah unsur C, H, O yang diambil dari udara, sedangkan 13 unsur lainnya berupa pupuk yang dapat diberikan melalui akar atau melalui daun. Pada kebanyakan tanaman dengan kultur jaringan, unsur – unsur tersebut diberikan melalui akar yaitu dengan menambahkannya pada medium agar. Ada unsur yang dibutuhkan dalam jumlah besar yang disebut unsur makro dan ada yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit tetapi harus tersedia yang disebut unsur mikro. Jenis – jenis yang termasuk unsur makro adalah Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), Sulfur (S), Kalsium (Ca), dan Magnesium (Mg). Unsur N, P, dan K adalah unsur yang mutlak dibutuhkan oleh tanaman, yang berarti harus selalu tersedia. Sedangkan unsur S, Ca, dan Mg boleh ada boleh tidak, tetapi karena fungsinya sangat mendukung pertumbuhan jaringan maka akan lebih baik apabila unsur – unsur tersebut juga tersedia. Unsur yang termasuk di dalam unsur mikro adalah Klor (Cl), Mangan (Mn), Besi (Fe), Tembaga (Cu), Seng (Zn), Bor (B), dan Molibdenum (Mo) (Sartika, 2016).

Penambahan gula sebagai sumber karbon atau sumber energi dalam media kultur mutlak diperlukan, karena umumnya bagian tanaman atau eksplan yang dikulturkan tidak autotrof dan mempunyai laju fotosintesis sangat rendah. Gula yang paling sering digunakan adalah sukrosa. Konsentrasi sukrosa yang digunakan di media kultur jaringan tanaman adalah 2% - 3% (Prihandono, 2017). Kultur tanaman secara *in-vitro* memerlukan penambahan suatu vitamin yang berfungsi untuk

meningkatkan pertumbuhan sel tanaman. Vitamin yang sering di gunakan dari kelompok vitamin B, yaitu thiamin-HCl (Vitamin B1), Piridoksin-HCl (Vitamin B6), asam nikotinat, riboflavin (Vitamin B2). Asam amino dan bahan organik yang sering digunakan adalah glutamin, asam aspartat, arginin, mioinositol, adenin sulfat, casein hidrolisat, dan glisin. Mio-inositol atau disebut juga mesoinositol sering digunakan sebagai salah satu komponen media yang penting, karena terbukti merangsang pertumbuhan jaringan yang dikulturkan (Prihandono, 2017).

Media dasar yang banyak digunakan antara lain adalah media dasar *Murashige dan Skoog* (MS), B5, White, Vacin dan Went, Nitsch, Shenk dan Hildebrandt, WPM, dan N6. Media dasar yang sering digunakan adalah media MS. Media ini awalnya dibuat untuk kultur kalus tembakau, tetapi komposisi MS ini pada umumnya juga mendukung kultur jaringan lain. Dibandingkan dengan media lain, media MS paling banyak digunakan untuk berbagai tujuan kultur. Media MS mengandung unsur hara makro dan mikro, vitamin, karbohidrat, dan ZPT (Kristianti dkk, 2016).

Teknik kultur jaringan memerlukan media yang mengandung makronutrien, mikronutrien, suplemen organik atau vitamin, sumber karbon, dan zat pengatur tumbuh agar kultur dapat tumbuh dalam kondisi optimal. Sumber karbon dibutuhkan karena proses fotosintesis sel dalam kultur pada umumnya tidak aktif, sehingga dibutuhkan pasokan karbon dari media yang umumnya berasal dari sukrosa atau glukosa sebanyak 2-5% (Maisyarah dan Silvia, 2021).

II.5 Zat Pengatur Tumbuhan

Zat pengatur tumbuh tanaman adalah senyawa organik bukan hara, yang dalam jumlah sedikit dapat mendukung, menghambat dan dapat merubah proses fisiologi tumbuhan. Faktor penting dalam penggunaan ZPT adalah jenis,

konsentrasi dan urutan penggunaan ZPT serta lama waktu induksi tanaman pada media yang mengandung ZPT. Zat pengatur tumbuh jika digunakan dalam jumlah sedikit dapat merangsang dan mempercepat proses pertumbuhan tanaman, sedangkan dalam jumlah banyak dapat menghambat pertumbuhan bahkan mematikan tanaman (Fitri, 2012). Seringkali ZPT yang secara alami ada dalam tanaman berada di bawah optimal, sehingga dibutuhkan sumber dari luar untuk menghasilkan respon yang maksimal. Pada fase pembibitan dengan metode stek, penggunaan ZPT secara langsung dapat meningkatkan kualitas bibit serta mengurangi jumlah bibit yang tumbuh abnormal. Berdasarkan sumbernya, ZPT dapat diperoleh baik secara alami maupun sintetik. Umumnya ZPT alami langsung tersedia di alam dan berasal dari bahan organik, contohnya air kelapa, urin sapi, dan ekstraksi dari bagian tanaman. ZPT yang bersumber dari bahan organik lebih bersifat ramah lingkungan, mudah didapat, aman digunakan, dan lebih murah (Nurlaeni, dan Surya., 2015).

Kehadiran zat pengatur tumbuh sangat nyata pengaruhnya. Sangat sulit untuk menerapkan teknik kultur jaringan pada upaya perbanyakan tanaman tanpa melibatkan zat pengatur tumbuhnya. Zat pengatur tumbuh tanaman berperan penting dalam mengontrol proses biologi dalam jaringan tanaman. Perannya antara lain mengatur kecepatan pertumbuhan dari masing - masing jaringan dan mengintegrasikan bagian-bagian tersebut guna menghasilkan bentuk yang kita kenal sebagai tanaman. Aktivitas zat pengatur tumbuh di dalam pertumbuhan tergantung dari jenis, struktur kimia, konsentrasi, genotipe tanaman serta fase fisiologi tanaman. Dalam proses pembentukan organ seperti tunas atau akar ada interaksi antara zat pengatur tumbuh eksogen yang ditambahkan ke dalam media dengan zat pengatur tumbuh endogen yang diproduksi oleh jaringan tanaman (Lestari, 2011).

Zat pengatur tumbuh terdiri dari golongan sitokinin dan auksin. Auksin mempunyai peran ganda tergantung pada struktur kimia, konsentrasi, dan jaringan tanaman yang diberi perlakuan. Pada umumnya auksin digunakan untuk menginduksi pembentukan kalus, kultur suspensi, dan akar, yaitu dengan memacu pemanjangan dan pembelahan sel di dalam jaringan kambium. Untuk memacu pembentukan kalus embriogenik dan struktur embrio somatik seringkali auksin diperlukan dalam konsentrasi yang relatif tinggi. Penambahan auksin atau sitokinin ke dalam media kultur dapat meningkatkan konsentrasi zat pengatur tumbuh endogen di dalam sel, sehingga menjadi “faktor pemicu” dalam proses tumbuh dan perkembangan jaringan. Untuk memacu pembentukan tunas dapat dilakukan dengan memanipulasi dosis auksin dan sitokinin eksogen (Rahman, 2016).

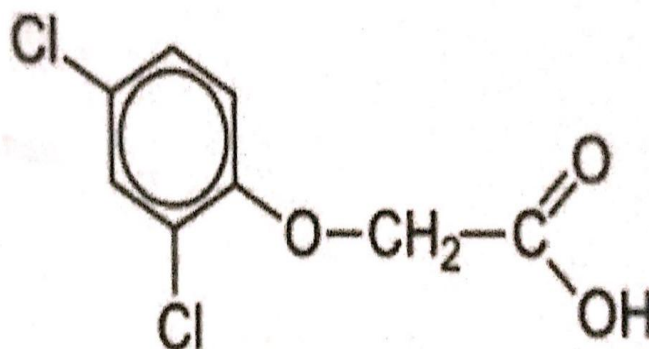
Zat pengatur tumbuh sintetis perlu ditambahkan karena zat pengatur tumbuh terbentuk secara alami seringkali tidak mencukupi pertumbuhan jaringan eksplan. Zat pengatur tumbuh yang umum digunakan untuk induksi kalus adalah auksin dan sitokinin. Kadar auksin yang lebih tinggi dari sitokinin memacu pertumbuhan akar, kadar auksin yang lebih rendah dibanding sitokinin memacu pertumbuhan tunas, sementara kadar keduanya dengan konsentrasi yang seimbang akan mengarahkan eksplan pada pembentukan kalus (Khaniyah, dkk., 2012).

Saat ini dikenal enam kelompok ZPT, yaitu auksin, giberelin, sitokinin, asam absisik (ABA), etilen dan retardan. Salah satu auksin alamiah pada tumbuhan adalah IAA. IAA disintesis dari triptofandi primordial daun, daun muda, dan biji yang sedang berkembang. Sedangkan auksin sintetis terdiri atas IAA, IBA, NAA dan hebisida yang bersifat auksin. Herbisida (pembasmi gulma) tersebut adalah 2,4-D, 2, 4, 5 T, Dicamba, Tordon 4-CPA, Picloram dan lain-lain. Sedangkan yang termasuk dalam sitokinin (hormon tumbuhan) antara lain yaitu zeatin, 2-*Ip*, kinetin, Benzyl Amino Purin (Widyastuti dan Deviyanti, 2018).

II.5.1 2,4-D (*Dichlorophenoxy acetid acid*)

2,4-D (*Dichlorophenoxy acetid acid*) merupakan ZPT yang paling sering digunakan pada kultur kalus karena aktivitasnya yang kuat untuk memacu proses dediferensiasi sel, menekan oragonogenesis serta menjaga pertumbuhan kalus. Apabila dibandingkan dengan auksin lainnya seperti IAA, 2,4-D (*Dichlorophenoxy acetid acid*) menunjukkan aktivitas yang lebih kuat. Aktivitas 2,4-D (*Dichlorophenoxy acetid acid*) yang kuat dan optimal ini disebabkan karena gugus karboksil yang dipisahkan oleh karbon atau karbon dan oksigen. 2,4-D merupakan auksin sintesis yang sering digunakan untuk menginduksi suatu embrio somatik (Rahman, 2016).

2,4-D sendiri merupakan auksin sintetik yang sering digunakan dalam kultur jaringan tanaman, auksin 2,4-D berperan terhadap pelonggaran dinding sel dengan melepaskan ikatan hidrogen yang terdapat pada dinding sel. Mekanisme pelonggaran dinding sel dipengaruhi oleh proses pengaktifan gen yang terlibat dalam sintesis protein. Pengontrolan sintesis protein diatur oleh gen pengatur, gen operator, dan gen structural (Kumianjani, dkk., 2015).



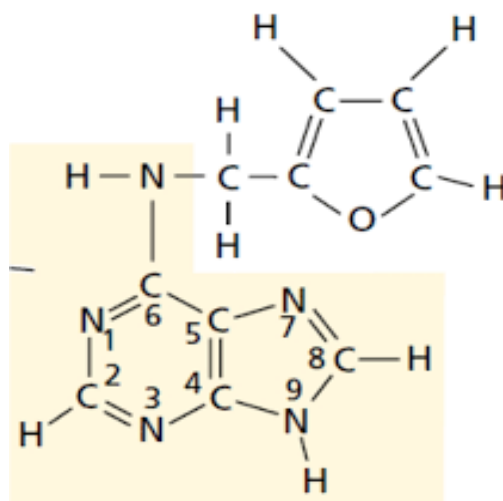
Gambar 2. Rumus Kimia 2,4-D (*Dichlorophenoxy acetic acid*)
(Rahman, 2020)

2,4-Dichlorophenoxyacetic acid mengandung bahan aktif 2,4 D serta unsur makro (N, P, dan K) dan unsur mikro (Mg, Mn, S, Zn, dan Cu). Konsentrasi

nitrogen dalam zat pengatur tumbuh 2,4 D adalah 8,9 mg/ml sehingga dapat merangsang pembelahan dan perbesaran sel. Penggunaan hormon 2,4-Dichlorophenoxyacetic acid (2,4-D) sangat tepat digunakan untuk merangsang terjadinya proses kalogenesis dan embriogenesis baik secara langsung dan tidak langsung. Embriogenesis secara langsung (*direct somatic embryogenesis*) adalah pembentukan embrio secara langsung tanpa melalui pembentukan kalus, sedangkan embriogenesis secara tidak langsung (*indirect somatic embryogenesis*) adalah pembentukan embrio yang diawali dari pembentukan kalus (Ibrahim, 2013). Zat pengatur tumbuh 2,4-D memiliki gugus karboksil yang dipisahkan oleh karbon atau karbon dan oksigen yang mengoptimalkan aktivitas 2,4-D dalam pembentukan kalus (Rosyidah *et al.*, 2014).

II.5.2 Kinetin

Salah satu jenis sitokinin yang banyak digunakan dalam kultur jaringan adalah kinetin. Kinetin adalah kelompok sitokinin yang berfungsi untuk pengaturan pembelahan sel dan morfogenesis (Rizal *et al.*, 2017). Kinetin ini dapat mempercepat pembelahan sel dan juga berpengaruh pertumbuhan tunas serta akar (Hanapi., 2021).



Gambar 3. Rumus Kimia Kinetin (*6-Furfuryl Amino Purine*)
(Rahman, 2020)

Hormon kinetin mengandung adenin purin atau protein yang mampu memacu multiplikasi tunas terkait peran dari kinetin sebagai hormon sitokinin yang merangsang pertumbuhan tunas samping, sehingga penambahan sitokinin (kinetin) pada media dapat mendorong sel-sel meristem pada eksplan untuk membelah dan mempengaruhi sel lainnya untuk berkembang menjadi tunas dan akhirnya membentuk daun, bahwa salah satu peran sitokinin adalah memacu pembelahan sel dan pembentukan organ (Mahadi., 2016 ; Hanapi., 2021).