

**PENGARUH KONSENTRASI DAN LAMA PERENDAMAN KOLKISIN  
TERHADAP KARAKTER POLIPLIIDI PADA TANAMAN LILI HUJAN  
(*Zephyranthes rosea* Lindl.)**

**SKRIPSI**



**UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A**

**Disusun Oleh:**

**VIVIN DIANA PUTRI**

**NIM: H71218034**

**PROGRAM STUDI BIOLOGI  
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL  
SURABAYA  
2023**

## PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini,

Nama : Vivin Diana Putri

NIM : H71218034

Program Studi : Biologi

Angkatan : 2018

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan skripsi saya yang berjudul: "PENGARUH KONSENTRASI DAN LAMA PERENDAMAN KOLKISIN TERHADAP KARAKTER POLIPLOIDI PADA TANAMAN LILI HUJAN (*Zephyranthes rosea* Lindl.)". Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya

Surabaya, 5 Juli 2023

Yang menyatakan,



Vivin Diana Putri  
NIM H71218034

## HALAMAN PERSETUJUAN

Skripsi

Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman  
Kolkisin terhadap Karakter Poliploidi pada Tanaman  
Lili Hujan (*Zephyranthes rosea* Lindl.)

Diajukan oleh:

Vivin Diana Putri

NIM: H71218034

Telah diperiksa dan disetujui

Di Surabaya, 5 Juli 2023

Dosen Pembimbing Utama



Nirmala Fitria Firdhausi, M. Si  
NIP 198506252011012010

Dosen Pembimbing Pendamping



Hanik Faizah, M. Si  
NUP 201409019

## PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi Vivin Diana Putri ini telah dipertahankan  
di depan tim penguji skripsi  
di Surabaya, 6 Juli 2023.

Mengesahkan,  
Dewan Penguji

Penguji I



Nirmala Fitria Firdhausi, M. Si.  
NIP 198506252011012010

Penguji II



Hanik Faizah, M. Si.  
NUP 201409019

Penguji III



Risa Purnamasari, M. Si  
NUP 201409002

Penguji IV



Eko Teguh Pribadi, SKM., M.Kes.  
NIP 198001152014031001

Mengetahui,  
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi  
UIN Sunan Ampel Surabaya



Stepul Hamdani, M. Pd  
NIP 196507312000031002



KEMENTERIAN AGAMA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA  
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300  
E-Mail: perpustakaan@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI  
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Vivin Diana Putri  
NIM : H71218034  
Fakultas/Jurusan : SAINS DAN TEKNOLOGI/BIOLOGI  
E-mail address : vivindiana23@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Skripsi  Tesis  Desertasi  Lain-lain (.....)

yang berjudul :

PENGARUH KONSENTRASI DAN LAMA PERENDAMAN KOLKISIN TERHADAP

KARAKTER POLIPLIIDI PADA TANAMAN LILI HUJAN (*Zephyranthes rosea* Lindl.)

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 17 Juli 2023

Penulis

(Vivin Diana Putri)



## ABSTRAK

*Zephyranthes rosea* Lindl. adalah salah satu komoditas ekspor Indonesia. Penelitian mengenai induksi *Z. rosea* poliploid untuk meningkatkan nilai jual melalui peningkatan fenotipnya masih sedikit dan terbatas pada organ biji. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi kolkisin, lama perendaman, dan interaksi keduanya terhadap karakter poliploidi maka pada penelitian ini organ akar *Z. rosea* diberi perlakuan dengan kolkisin (0 %, 0,025 %, 0,05 %, 0,075 %, dan 0,1 %) dan lama perendaman (6 jam, 12 jam, 18 jam, dan 24 jam). Hasil penelitian menunjukkan terdapat pengaruh nyata konsentrasi kolkisin, lama perendaman, dan interaksi keduanya terhadap panjang daun, kerapatan stomata, dan berat kering sedangkan parameter waktu berbunga, lebar daun, panjang stomata, lebar stomata, berat basah, dan warna bunga tidak terpengaruhi secara signifikan. Karena lebih banyak karakter poliploidi yang tidak terpengaruhi secara signifikan maka *Z. rosea* poliploid belum terbentuk pada penelitian ini.

Kata kunci: *kolkisin, poliploidi, Zephyranthes rosea* Lindl.

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## ABSTRACT

*Zephyranthes rosea* Lindl. is one of Indonesia's export commodities. Research on the induction of *Z. rosea* polyploid to increase sales value by increasing its phenotype is less-conducted and limited to seed organ. To determine the effect of colchicine concentration, soaking time, and the interaction of the two on polyploidy characters, *Z. rosea* root organ were treated with colchicine (0%, 0.025%, 0.05%, 0.075%, and 0.1%) and immersion time (6 hours, 12 hours, 18 hours, and 24 hours). The results showed that there was a significant effect of colchicine concentration, soaking time, and the interaction of both on leaf length, stomata density, and dry weight, while the other parameters (flowering time, leaf width, stomata length, wet weight, and flower color) were not significantly affected. Because there were more polyploid characters which were not significantly affected, the polyploid *Z. rosea* had not been formed in this study.

Keyword: *colchicine, poliploidy, Zephyranthes rosea* Lindl.

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR ISI

<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSETUJUAN</b> .....	ii
<b>PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI</b> .....	iii
<b>LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI</b> .....	iv
<b>MOTTO</b> .....	v
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	vi
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	vii
<b>ABSTRAK</b> .....	viii
<b>ABSTRACT</b> .....	ix
<b>DAFTAR ISI</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xiii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xiv
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvi
<b>BAB I</b> .....	1
1.1 Latar belakang .....	1
1.2 Rumusan masalah .....	7
1.3 Tujuan penelitian .....	7
1.4 Manfaat penelitian .....	8
1.5 Batasan penelitian .....	8
1.6 Hipotesis penelitian .....	8
<b>BAB II</b> .....	10
2.1 <i>Zephyranthes rosea</i> Lindl .....	10
2.2 Pemuliaan tanaman .....	13
2.3 Poliploidi .....	16
2.4 Kolkisin .....	17
2.5 Mikrotubulus .....	22
2.6 Pembelahan sel tumbuhan .....	25
<b>BAB III</b> .....	29
3.1 Rancangan penelitian .....	29
3.2 Tempat dan waktu penelitian .....	30
3.3 Alat dan bahan penelitian .....	31
3.4 Variabel penelitian .....	31
3.5 Prosedur penelitian .....	31



3.6 Analisis data .....	35
<b>BAB IV</b> .....	36
<b>HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....	36
4.1 Pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap karakter poliploidi pada <i>Z. rosea</i> Lindl .....	39
4.1.1 Pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap waktu berbunga <i>Z. rosea</i> Lindl. ....	39
4.1.2 Pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap panjang daun <i>Z. rosea</i> Lindl .	43
4.1.3 Pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap lebar daun <i>Z. rosea</i> Lindl.....	46
4.1.4 Pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap kerapatan stomata <i>Z. rosea</i> Lindl .....	50
4.1.5 Pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap panjang stomata <i>Z. rosea</i> Lindl. ....	52
4.1.6 Pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap lebar stomata <i>Z. rosea</i> Lindl .	55
4.1.7 Pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap berat basah <i>Z. rosea</i> Lindl.....	57
4.1.8 Pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap berat kering <i>Z. rosea</i> Lindl ...	59
4.1.9 Pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap warna bunga <i>Z. rosea</i> Lindl ..	62
4.2 Pengaruh lama perendaman kolkisin terhadap karakter poliploidi pada <i>Z. rosea</i> Lindl .....	63
4.2.1 Pengaruh lama perendaman terhadap waktu berbunga <i>Z. rosea</i> Lindl. ....	64
4.2.2 Pengaruh lama perendaman terhadap panjang daun <i>Z. rosea</i> Lindl.....	67
4.2.3 Pengaruh lama perendaman terhadap lebar daun <i>Z. rosea</i> Lindl.....	70
4.2.4 Pengaruh lama perendaman terhadap kerapatan stomata <i>Z. rosea</i> Lindl. ....	73
4.2.5 Pengaruh lama perendaman terhadap panjang stomata <i>Z. rosea</i> Lindl. ....	75
4.2.6 Pengaruh lama perendaman terhadap lebar stomata <i>Z. rosea</i> Lindl. ....	77
4.2.7 Pengaruh lama perendaman terhadap berat basah <i>Z. rosea</i> Lindl. ....	80
4.2.8 Pengaruh lama perendaman terhadap berat kering <i>Z. rosea</i> Lindl. ....	83
4.2.9 Pengaruh lama perendaman terhadap warna bunga <i>Z. rosea</i> Lindl.....	85
4.3 Pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman kolkisin terhadap karakter poliploidi pada <i>Z. rosea</i> Lindl .....	86
4.3.1 Pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap waktu berbunga <i>Z. rosea</i> Lindl. ....	86
4.3.2 Pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap panjang daun <i>Z. rosea</i> Lindl. ....	92
4.3.3 Pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap lebar daun <i>Z. rosea</i> Lindl. ....	96

4.3.4 Pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap kerapatan stomata <i>Z. rosea</i> Lindl.....	100
4.3.5 Pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap panjang stomata <i>Z. rosea</i> Lindl.....	104
4.3.6 Pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap lebar stomata <i>Z. rosea</i> Lindl. ....	107
4.3.7 Pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap berat basah <i>Z. rosea</i> Lindl.....	110
4.3.8 Pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap berat kering <i>Z. rosea</i> Lindl. ....	113
4.3.9 Pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap warna bunga <i>Z. rosea</i> Lindl. ....	116
<b>BAB V</b> .....	119
<b>KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....	119
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	120
<b>LAMPIRAN</b> .....	133



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR TABEL

Tabel 3. 1 Kombinasi perlakuan .....	29
Tabel 3. 2 Jadwal pelaksanaan penelitian .....	30



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 <i>Zephyranthes rosea</i> Lindl. a) Seluruh bagian tanaman, b) bunga (tampak atas), c) irisan membujur bunga, d) biji tua, e) biji muda, f) umbi dan daun.....	12
Gambar 2. 2 Organ-organ <i>Z. rosea</i> . a) Seluruh bagian, b) bunga, c) umbi.....	12
Gambar 2. 3 Stomata <i>Zephyranthes</i> sp. a) sketsa stomata <i>Z. rosea</i> , b) gambar stomata padapermukaan bawah (abaksial) daun <i>Z. candida</i> (skala=20 $\mu$ m). ....	12
Gambar 2. 4 Tipe alat reproduksi <i>Zephyranthes</i> sp. berdasarkan perbandingan panjang stigmada anthera. a) Short-style (3-7 mm), b) Equal-style (0-1 mm), c) Long-style (5-15 mm). ....	13
Gambar 2. 5 Perbandingan morfologi FO hybrid ( <i>Lilium</i> $\times$ formolongi _Raizan 3' $\times$ Oriental hybrid _Sorbonne') diploid dan tetraploid hasil induksi kolkiisin. a) Penampilan umum tanaman saat berbunga (kiri: diploid, kanan: tetraploid), b) Bunga diploid (kiri) dan tetraploid (kanan), c) Daun diploid (kiri) dan tetraploid (kanan).....	17
Gambar 2. 6 Struktur molekul kolkisin. a) 2 dimensi, b) 3 dimensi .....	18
Gambar 2. 7 Mikrotubulus .....	19
Gambar 2. 8 Berbagai binding site (BS) pada mikrotubulus .....	20
Gambar 2. 9 Irisan melintang mikrotubulus dari korteks sel ujung akar <i>Juniperus chinensis</i> . pm= membran plasma, cw= dinding sel .....	23
Gambar 2. 10 Ujung positif dan negatif mikrotubulus .....	24
Gambar 2. 11 Ketidakstabilan dinamis pada mikrotubulus .....	24
Gambar 2. 12 struktur $\gamma$ -TURCs .....	25
Gambar 2. 13 Susunan mikrotubulus pada sel tumbuhan selama siklus sel .....	26
Gambar 2. 14 Susunan mikrotubulus pada sel hewan selama siklus sel.....	26
Gambar 2. 15 ilustrasi 2D tahap pembentukan gelendong pembelahan pada tumbuhan.....	27
Gambar 2. 16 Ilustrasi 3D tahap pembentukan gelendong pembelahan pada tumbuhan.....	27
Gambar 4. 1 Grafik pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap waktu berbunga (HST) .....	40
Gambar 4. 2 Grafik pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap panjang daun (cm). 44	44
Gambar 4. 3 Grafik pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap lebar daun (cm) ....	47
Gambar 4. 4 Grafik pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap kerapatan stomata..	51
Gambar 4. 5 Grafik pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap panjang stomata.....	53
Gambar 4. 6 Grafik pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap lebar stomata .....	55
Gambar 4. 7 Grafik pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap berat basah (gram). 58	58
Gambar 4. 8 Grafik pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap berat kering (gram) 60	60
Gambar 4. 9 Pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap warna bunga <i>Z. rosea</i> Lindl. ....	63
Gambar 4. 10 Grafik pengaruh lama perendaman terhadap waktu berbunga (HST) .....	64
Gambar 4. 11 Grafik pengaruh lama perendaman terhadap panjang daun (cm) ..	68
Gambar 4. 12 Grafik pengaruh lama perendaman terhadap lebar daun (cm) .....	71
Gambar 4. 13 Grafik pengaruh lama perendaman terhadap kerapatan stomata ...	73

Gambar 4. 14 Grafik pengaruh lama perendaman terhadap panjang stomata .....	76
Gambar 4. 15 Grafik pengaruh lama perendaman terhadap lebar stomata .....	78
Gambar 4. 16 Grafik pengaruh lama perendaman terhadap berat basah (gram) ..	81
Gambar 4. 17 Grafik pengaruh lama perendaman terhadap berat kering (gram) .	84
Gambar 4. 18 Pengaruh lama perendaman terhadap warna bunga .....	85
Gambar 4. 19 Grafik pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap waktu berbunga (HST).....	87
Gambar 4. 20 Grafik pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap panjang daun (cm) .....	93
Gambar 4. 21 Grafik pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap lebar daun (cm) .....	97
Gambar 4. 22 Grafik pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap kerapatan stomata .....	101
Gambar 4. 23 Grafik pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap panjang stomata .....	105
Gambar 4. 24 Grafik pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap lebar stomata .....	108
Gambar 4. 25 Grafik pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap berat basah (gram) .....	111
Gambar 4. 26 Grafik pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap berat kering (gram) .....	114
Gambar 4. 27 Pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap warna bunga <i>Z. rosea</i> L.....	117

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Uji normalitas data waktu berbunga .....	133
Lampiran 2 Uji homogenitas data waktu berbunga .....	133
Lampiran 3 Grafik data waktu berbunga .....	133
Lampiran 4 Uji normalitas data waktu berbunga (Tranformasi $\sqrt{x}$ ) .....	133
Lampiran 5 Uji homogenitas data waktu berbunga (Tranformasi $\sqrt{x}$ ).....	133
Lampiran 6 Uji Friedman data pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap waktu berbunga.....	133
Lampiran 7 Uji Friedman data pengaruh lama perendaman terhadap waktu berbunga.....	133
Lampiran 8 Uji Friedman data pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap waktu berbunga.....	133
Lampiran 9 Uji normalitas data panjang daun .....	134
Lampiran 10 Uji homogenitas data panjang daun.....	134
Lampiran 11 Grafik data panjang daun.....	134
Lampiran 12 Uji normalitas data panjang daun (Transformasi $\lg_{10}(x)$ ).....	134
Lampiran 13 Uji homogenitas data panjang daun (Transformasi $\lg_{10}(x)$ ) .....	134
Lampiran 14 Uji Friedman data pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap panjang daun .....	134
Lampiran 15 Uji <i>post-hoc</i> Bonferroni data pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap panjang daun .....	134
Lampiran 16 Uji Friedman data pengaruh lama perendaman terhadap panjang daun .....	135
Lampiran 17 Uji <i>post-hoc</i> Bonferroni data pengaruh lama perendaman terhadap panjang daun .....	135
Lampiran 18 Uji Friedman data pengaruh konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap panjang daun .....	135
Lampiran 19 Uji <i>post-hoc</i> bonferroni data pengaruh konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap panjang daun .....	135
Lampiran 20 Uji normalitas data lebar daun.....	138
Lampiran 21 Uji homogenitas data lebar daun .....	138
Lampiran 22 Grafik data lebar daun .....	139
Lampiran 23 Uji normalitas data lebar daun (Transformasi $\sqrt{k-x}$ ) .....	139
Lampiran 24 Uji homogenitas data lebar daun (Transformasi $\sqrt{k-x}$ ).....	139
Lampiran 25 Uji Friedman data pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap lebar daun .....	139
Lampiran 26 Uji Friedman data pengaruh lama perendaman terhadap lebar daun .....	139
Lampiran 27 Uji Friedman data pengaruh konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap lebar daun.....	139
Lampiran 28 Uji normalitas data kerapatan stomata.....	139
Lampiran 29 Uji homogenitas data kerapatan stomata .....	139
Lampiran 30 Uji <i>Two-way</i> ANOVA data pengaruh konsentrasi konsentrasi kolkisin, lama perendaman, dan interaksi keduanya terhadap kerapatan stomata .....	140
Lampiran 31 Uji <i>post-hoc</i> DMRT data pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap kerapatan stomata.....	140



Lampiran 32 Uji <i>post-hoc</i> DMRT data pengaruh lama perendaman terhadap kerapatan stomata.....	140
Lampiran 33 Uji <i>post-hoc</i> DMRT data pengaruh konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap kerapatan stomata .....	140
Lampiran 34 Uji normalitas data panjang stomata .....	141
Lampiran 35 Uji homogenitas data panjang stomata.....	141
Lampiran 36 Grafik data panjang stomata .....	141
Lampiran 37 Uji normalitas data panjang stomata ( $\sqrt{x}$ ) .....	141
Lampiran 38 Uji homogenitas data panjang stomata ( $\sqrt{x}$ ).....	141
Lampiran 39 Uji Friedman data pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap panjang stomata .....	141
Lampiran 40 Uji Friedman data pengaruh lama perendaman terhadap panjang stomata .....	142
Lampiran 41 Uji Friedman data pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap panjang stomata .....	142
Lampiran 42 Uji normalitas data lebar stomata .....	142
Lampiran 43 Uji homogenitas data lebar stomata.....	142
Lampiran 44 Grafik data lebar stomata.....	142
Lampiran 45 Uji normalitas data lebar stomata (Transformasi $\sqrt{k-x}$ ) .....	142
Lampiran 46 Uji homogenitas data lebar stomata (Transformasi $\sqrt{k-x}$ ).....	142
Lampiran 47 Uji Friedman data pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap lebar stomata .....	142
Lampiran 48 Uji Friedman data pengaruh lama perendaman terhadap lebar stomata .....	142
Lampiran 49 Uji Friedman data pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap lebar stomata .....	143
Lampiran 50 Uji homogenitas data berat basah.....	143
Lampiran 51 Grafik data berat basah .....	143
Lampiran 52 Uji normalitas data berat basah (Transformasi $\lg_{10}(x)$ ) .....	143
Lampiran 53 Uji homogenitas data berat basah (Transformasi $\lg_{10}(x)$ ).....	143
Lampiran 54 Uji Friedman data pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap berat basah.....	143
Lampiran 55 Uji Friedman data pengaruh lama perendaman terhadap berat basah .....	143
Lampiran 56 Uji Friedman data pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap berat basah .....	143
Lampiran 57 Uji normalitas data berat kering .....	144
Lampiran 58 Uji homogenitas data berat kering.....	144
Lampiran 59 Uji <i>Two-way</i> ANOVA data pengaruh konsentrasi kolkisin, lama perendaman, dan interaksi keduanya terhadap berat kering .....	144
Lampiran 60 Uji <i>post-hoc</i> DMRT data pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap berat kering.....	144
Lampiran 61 Uji <i>post-hoc</i> DMRT data pengaruh lama perendaman terhadap berat kering.....	144
Lampiran 62 Uji <i>post-hoc</i> DMRT data pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap berat kering .....	145

## BAB I

### PENDAHULUAN

#### 1.1 Latar belakang

Tanaman hias adalah jenis-jenis tanaman dari kelompok tanaman hortikultura yang sebagian atau keseluruhan organnya digunakan untuk menimbulkan kesan indah, asri, dan nyaman pada suatu ruang tertutup atau terbuka (Ismawati, 2015). Selain fungsi tersebut, tanaman hias juga dapat meningkatkan nilai suatu properti dan melawan polusi. Tanaman hias mencakup tanaman *annual*, *biennial*, dan *perennial* seperti sukulen, pohon, semak-semak, bambu, tanaman merambat, tanaman berumbi, dan rumput hias. Berbagai komersialisasi tanaman hias untuk menciptakan keindahan, keasrian, dan kenyamanan adalah dalam bentuk bunga potong, bunga lepas, daun potong (*cut greens*), tanaman pot, dan tanaman taman (*National Council of Educational Research and Training*, 2019). Karakteristik tanaman hias tersebut telah diisyaratkan oleh Allah SWT pada Q.S. Taha ayat 131:

وَلَا تَمُدَّنَّ عَيْنَيْكَ إِلَىٰ مَا مَتَّعْنَا بِهِ أَزْوَاجًا مِّنْهُمْ زَهْرَةَ الْحَيَاةِ الدُّنْيَا لِنَفْتِنَهُمْ فِيهَا ۚ وَرَزَقْنَا رِبِّكَ خَيْرًا وَأَبْقَىٰ

Artinya: “Dan janganlah kamu tujukan kedua matamu kepada apa yang telah Kami berikan kepada golongan-golongan dari mereka, sebagai bunga kehidupan dunia untuk Kami cobai mereka dengannya. Dan karunia Tuhan kamu adalah lebih baik dan lebih kekal.” (QS Taha/20:131).

Berdasarkan tafsir Al-Qurthubi, زَهْرَةٌ berarti ‘bunga’, dan pada ayat tersebut kedudukannya sebagai penerang kondisi. زَهْرَةٌ berada pada posisi

nashab (keterangan kondisi) oleh makna مَتَّعْنَا (kami berikan), karena maknanya: "Kami jadikan bagi mereka kehidupan dunia sebagai bunga". Sedangkan makna dari زَهْرَةَ الْحَيَاةِ الدُّنْيَا (sebagai bunga kehidupan dunia) adalah hiasannya dengan tumbuhan (Al-Qurthubi, 2008).

Berdasarkan ayat di atas, telah jelas bahwa tumbuhan memiliki fungsi estetika di samping fungsi pokok yang lain. Walaupun pada ayat tersebut fungsi penghias diwakilkan oleh organ bunga, tetapi melalui tafsir dapat diketahui bahwa organ tumbuhan yang lainnya dapat pula digunakan untuk menimbulkan kesan indah, asri, dan nyaman. Dipilihnya organ bunga sebagai perwakilan tanaman hias menunjukkan kekhususannya sebagai daya tarik pada suatu tumbuhan. Oleh karena itu, upaya-upaya perbaikan sifat-sifat tumbuhan untuk meningkatkan kualitas bunga atau bagian tanaman lain yang digunakan untuk menimbulkan kesan indah, asri, dan nyaman merupakan hal yang sangat diperlukan.

Tanaman hias sangat digemari oleh masyarakat. Indonesia sendiri merupakan salah satu negara pengekspor beberapa jenis tanaman hias yang memiliki daya saing di kancan global. Nilai ekspor tanaman hias di Indonesia mengalami fluktuasi, tetapi peningkatan yang terjadi memiliki pola yang signifikan, contohnya pada tahun 2021 nilai ekspor meningkat signifikan sebesar 69,73 % dan mencapai nilai USD 10,77 juta dibandingkan tahun sebelumnya (Kementrian Keuangan, 2021). Nilai ekspor sebesar itu merupakan akumulasi transaksi Indonesia dengan negara-negara pengimpor tanaman hias dari Indonesia yang saat ini telah mencapai 30 (KBRI Mozambik, 2021). Menurut data dari Lembaga Pembiayaan

Ekspor Indonesia (LPEI), urutan 5 besar negara pengimpor tanaman hias dari Indonesia di tahun 2021 berdasarkan pangsa pasar adalah Jepang (32,23 %), Singapura (15,55 %), Amerika Serikat (13,12 %), Belanda (13,03 %), dan Tiongkok (5,60 %) (Lembaga Pembiayaan Ekspor Indonesia, 2021).

Salah satu tanaman hias yang menjadi komoditi ekspor Indonesia adalah *Zephyranthes* sp.. Permintaan *Zephyranthes* sp. saat ini baru diketahui berasal dari Jepang. Di Indonesia kegiatan ekspor tanaman hias tersebut baru dilakukan oleh CV. Arjuna Flora yang berlokasi di Malang. Berdasarkan Bahari (2021), ekspor umbi *Zephyranthes* sp. pada CV. Arjuna Flora merupakan bisnis yang layak serta perlu perluasan pasar ekspor. Salah satu spesies pada genus *Zephyranthes* yang diekspor oleh CV. Arjuna Flora adalah *Zephyranthes rosea*. Di pasar lokal, minat pembeli terhadap *Z. rosea* cukup tinggi jika dibandingkan jenis lain dari genus yang sama. Minat konsumen lokal maupun manca negara terhadap *Z. rosea* menunjukkan bahwa bisnis *Z. rosea* memiliki prospek yang menjanjikan sehingga upaya-upaya pemuliaan *Z. rosea* perlu dilakukan untuk menarik lebih banyak peminat dan meningkatkan nilai jual. Hal tersebut sesuai dengan arahan Kementerian Pertanian (Kementan) melalui Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian (Balitbangtan) mengenai inovasi teknologi tanaman hias untuk meningkatkan volume dan kualitas ekspor (Badan Penelitian Tanaman Hias, 2020). Inovasi teknologi untuk mengembangkan industri tanaman hias antara lain dengan cara pemuliaan untuk mengembangkan varietas-varietas unggul yang sesuai selera pasar (Mattjik, 2011).

Pemuliaan tanaman merupakan cara umum yang digunakan untuk menghasilkan tanaman dengan karakter baru atau sesuai dengan keinginan. Jika tanpa campur tangan manusia, karakter yang diinginkan tersebut biasanya muncul secara spontan melalui mutasi tetapi dalam laju yang lamban (Campbell et. al., 2010). Dasar pemuliaan tanaman adalah meningkatkan keragaman genetik yang dapat terjadi melalui hibridisasi, introduksi, bioteknologi, dan mutasi (Badan Penelitian dan Pengembangan, Pertanian, 2014).

Teknik mutasi merupakan cara termudah dibandingkan teknik pemuliaan tanaman yang lain. Hal tersebut dikarenakan teknik mutasi merupakan cara termurah dan tercepat (Nagatomi dan Degi, 2009; Jain, 2010 dalam Sanjaya et. Al. 2015). Selain itu, teknik mutasi dapat memperbaiki salah satu sifat dari suatu varietas tanpa merubah sifat yang lain, menimbulkan sifat baru yang tidak dimiliki induk, memisahkan pautan gen, dan dapat digunakan secara komplemen dengan metode lain seperti hibridisasi dan bioteknologi (Nunoo et. al., 2014 dalam Harsanti & Yulidar, 2019). Hasil dari teknik mutasi adalah mutasi titik, mutasi genom, mutasi kromosom, dan atau perubahan struktur kromosom (*chromosome aberrations*) (Acquaah, 2009; Bhaskaran & Swaminathan, 1961; Dermen, 1940).

Salah satu hasil dari mutasi pada tanaman adalah poliploidi (Acquaah, 2009). Poliploidi adalah suatu keadaan sel yang memiliki lebih dari dua genom (Van de Peer et. al., 2017). Kelebihan dari tumbuhan poliploid adalah lebih kekar, bagian-bagiannya lebih besar (akar, batang,

daun, bunga, dan buah), inti sel lebih besar, ukuran sel lebih besar, pembuluh pengangkut lebih besar, serta stomata lebih besar akibat jumlah kromosom yang lebih banyak (Suryo, 2007).

Pada pemuliaan mutasi dilakukan perubahan materi genetik tanaman menggunakan mutagen (Crowder, 2015). Mutagen tersebut dibedakan menjadi dua, yaitu mutagen fisik (antara lain sinar x, sinar gamma, dan sinar *ultra violet*) dan kimia (antara lain *Ethyl Methan Sulfonat*, *Diethyl Sulfat*, *Ethyl Amin*, dan kolkisin) (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2014). Dari mutagen-mutagen yang tertera, poliploidi berhasil dihasilkan akibat aplikasi sinar x, sinar gamma, *Ethyl Methan Sulfonat*, *Ethyl Amin*, dan kolkisin (Katayama, 1963; Sun et. al., 2009; Sharafi et. al., 2021; Yankulov dan Alipur, 1976 dalam Jordanov et. al., 1995; Saputri dan Hanafiah, 2021). Selain itu, mutagen kimia asenaften, kloralhidrat, sulfanilamid, etil-merkuri-klorid, dan heksklorosikloheksan juga dapat menginduksi poliploidi (Suryo, 2007).

Senyawa yang umum digunakan untuk menghasilkan tanaman poliploid adalah kolkisin karena mudah larut dalam air (Suryo, 2007). Penyebab lainnya adalah karena keberhasilan induksi poliploidi paling banyak dilaporkan menggunakan kolkisin (Sharafi et. al., 2021). Perubahan organ-organ vegetatif maupun generatif pada berbagai tanaman akibat aplikasi kolkisin telah banyak dilaporkan. Misalnya, stomata pada marigold (*Tagetes erecta* L.) menjadi lebih panjang (Saputri dan Hanafiah, 2021), lebar daun pada *Vanda lumbokensis* J.J. Sm bertambah (Masruroh, 2018), diameter batang *Stylo* (*Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw.) meningkat



(Yulia et. al., 2022), serta panjang dan diameter bunga lili (*Lilium longiflorum* Thunb.) bertambah (Girsang, 2020).

Konsentrasi dan lama perendaman kolkisin yang efektif meningkatkan jumlah kromosom berbeda-beda tergantung jenis tanaman. Pada sri rejeki (*Aglaonema* sp.), perendaman akar anakan oleh kolkisin 2 ppm selama 6 jam menyebabkan genom tanaman kontrol ( $2n=21$ ) mengalami pentasomi, yaitu  $2n=24$  ( $2x+3$ ) (Damanik et. al., 2018). Pada bawang merah (*Allium ascalonicum* L.), perendaman akar oleh kolkisin 1 % selama 3 hari menyebabkan genom tanaman kontrol ( $2n=16$ ) berubah menjadi tetraploid, pentaploid, heksaploid, septaploid, oktaploid, dan nonaploid (Suminah dan Setyawan, 2002).

Banyak penelitian mengenai induksi poliploidi tanaman menggunakan kolksin melalui organ tanaman yang berbeda, antara lain umbi (Girsang, 2020), rimpang (Mandela et. al., 2021), biji (Hasana dan Apriani, 2020), kecambah (Lelang dan Seran, 2020), stek batang (Nugroho, 2021), dan akar (Nst et. al., 2018). Dari macam-macam bagian tanaman tersebut, akar merupakan bagian yang relatif paling mudah digunakan jika dibandingkan dengan umbi dan rimpang yang dapat menjadi busuk apabila terendam larutan. Pertumbuhan tanaman melalui bagian tanaman yang telah berakar juga lebih cepat daripada dari biji, kecambah, dan stek batang. Selain itu, karena penyebaran kolkisin terjadi melalui jaringan pengangkut (Suryo, 2007) sehingga akar merupakan bagian yang paling sesuai karena fungsi alaminya sebagai penyerap zat hara dan menyalurkannya ke jaringan pengangkut.

Upaya pemuliaan *Zephyranthes* sp. telah banyak dilakukan menggunakan teknik persilangan (Fibrianty, 2019). Namun pemuliaan *Zephyranthes* sp. menggunakan teknik mutasi masih sangat sedikit, yaitu pada *Z. rosea*. Penelitian terdahulu mengenai induksi poliploid terhadap *Z. rosea* menggunakan kolkisin masih terbatas pada organ biji (Enjelina, 2010; Wardana et. al., 2019). Pada *Z. rosea*, perendaman biji dengan kolkisin 0,05 % selama 24 jam efektif menyebabkan tetraploid (Enjelina, 2010). Sedangkan perendaman biji *Z. rosea* Lindl. dengan ekstrak etanolik daun tapak dara 0,1 % sebagai pengganti kolkisin selama 24 jam efektif menyebabkan poliploidi dan meningkatkan nilai ekonomi *Z. rosea* Lindl. (Wardana et. al., 2019). Oleh karena itu, penelitian ini akan dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi dan lama perendaman kolkisin terhadap karakter poliploidi pada *Z. rosea* Lindl menggunakan akar sebagai organ yang diberi perlakuan.

## 1.2 Rumusan masalah

- a. Bagaimana pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap karakter poliploidi pada *Z. rosea* Lindl.?
- b. Bagaimana pengaruh lama perendaman kolkisin terhadap karakter poliploidi pada *Z. rosea* Lindl.?
- c. Bagaimana pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman kolkisin terhadap karakter poliploidi pada *Z. rosea* Lindl.?

## 1.3 Tujuan penelitian

- a. Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap karakter poliploidi pada *Z. rosea* Lindl.
- b. Untuk mengetahui pengaruh lama perendaman kolkisin terhadap karakter poliploidi pada *Z. rosea* Lindl.
- c. Untuk mengetahui pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman kolkisin terhadap karakter poliploidi pada *Z. rosea* Lindl.

#### 1.4 Manfaat penelitian

- a. Sebagai sumber informasi bagi masyarakat mengenai konsentrasi dan lama perendaman kolkisin yang paling baik terhadap karakter poliploidi pada *Z. rosea* Lindl. sehingga dapat dimanfaatkan oleh pecinta tanaman hias dan pelaku bisnis tanaman hias dalam kegiatan budi daya *Z. rosea* Lindl.
- b. Sebagai dasar penelitian lanjutan untuk mengembangkan budi daya *Z. rosea* Lindl. atau tanaman lainnya.

#### 1.5 Batasan penelitian

- a. Bagian *Z. rosea* Lindl. yang diberi perlakuan adalah akar.
- b. Karakter poliploidi yang diamati dibatasi pada waktu berbunga, panjang daun, lebar daun, kerapatan stomata, panjang stomata, lebar stomata, berat basah, berat kering, dan warna bunga.
- c. Waktu penelitian yang dilakukan dibatasi selama 2 bulan.

#### 1.6 Hipotesis penelitian

- a. Ada pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap karakter poliploidi pada *Z. rosea* Lindl.
- b. Ada pengaruh lama perendaman kolkisin terhadap karakter poliploidi pada *Z. rosea* Lindl.
- c. Ada pengaruh interaksi konsentrasi dan lama perendaman kolkisin terhadap karakter poliploidi pada *Z. rosea* Lindl.



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 *Zephyranthes rosea* Lindl

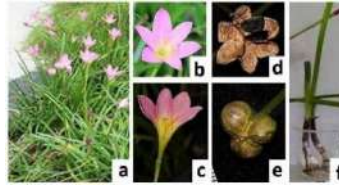
*Zephyranthes rosea* Lindl. merupakan tumbuhan hias yang banyak dijumpai di Indonesia. Tanaman hias ini merupakan salah satu dari sekitar 70 spesies pada genus *Zephyranthes* (Chowdhury dan Hubstenberger, 2006; Spurrier et. al., 2015 dalam Afroz et. al., 2018). Lili hujan merupakan nama lokal *Z. rosea* Lindl. di beberapa daerah di Indonesia. Sedangkan nama lokal *Z. rosea* Lindl. di berbagai negara antara lain *rain lily*, *rosy rain lily*, atau *rosy zephyr lily*. Tumbuhan terrestrial yang berasal dari daerah Colombia hingga Peru ini dapat tumbuh di zona beriklim tropis, sub-tropis, dan monsun. *Z. rosea* Lindl. termasuk tumbuhan hias yang mudah tumbuh di tanah dengan pengairan yang baik dan biasanya ditanam di taman, kebun, flowerbed, maupun di pot. Paparan cahaya matahari penuh atau setengah ternaungi dengan penyiraman sedang dibutuhkan untuk pertumbuhannya (Anonim, 2022). Beberapa negara persebaran *Z. rosea* Lindl. adalah Amerika selatan (Florida), Amerika tengah, Kuba, Bahama, Hispaniola, Puerto Rico, *Virgin Islands*, kepulauan antilen kecil (*Lesser Antilen*) (Acevedo-Rodríguez dan Strong, 2005). Klasifikasi *Z. rosea* adalah sebagai berikut (Acevedo-Rodríguez dan Strong, 2005):

Kerajaan:     Plantae  
Divisi:        Magnoliophyta  
Kelas:        Angiospermae

Bangsa: Asparagales  
Suku: Amaryllidaceae  
Marga: *Zephyranthes*  
Jenis: *Zephyranthes rosea* Lindl.

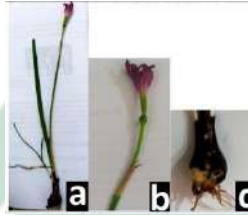
*Zephyranthes rosea* Lindl. memiliki penampakan fenotip yang menarik sehingga banyak dibudidayakan sebagai tanaman hias pekarangan maupun di tempat-tempat umum (Gambar 2.1). Morfologi umbi *Z. rosea* Lindl. yaitu kecil berdiameter 1,5-2,5 dengan leher pendek dan ramping. Morfologi batangnya yaitu ramping berukuran 10-30 cm x 1,3-3 mm. Morfologi daunnya yaitu berbangun garis (*linearis*), berjumlah 3-6, berukuran 10-25 cm x 2-6 mm, tipis, ujung tumpul, berwarna hijau terang dari pangkal sampai ujung. Morfologi bunganya yaitu tegak, *perianth* luas berbentuk corong dengan ukuran 2,5-4 x 2,5-3,5 cm, panjang *perianth* 2,5-4 cm, *perianth* berwarna pink (*rose-red*) dan kehijauan di dasar, segmen *perianth* berbentuk oval sampai bulat telur sungsang (*obovate*) berukuran 2,5-4 x 0,9-1,5 cm, panjang *pedicel* 2,5-4,5 cm, antera berbentuk linear, filliform, stigma terdiri dari 3 lobus yang agak mirip, bulat dan mengandung biji-biji kecil berbentuk setengah bulat telur. Biji menjadi padat, hitam, dan mengkilat apabila matang (Gambar 2. 1). Bunganya tumbuh pada ujung batang yang muncul dari umbi dan tiap batang tersebut membawa satu bunga bertepal 6, yaitu 3 tepal di bagian luar merupakan sepal sedangkan 3 tepal di bagian dalam merupakan petal (Gambar 2. 1) (Acevedo-Rodríguez dan Strong, 2005; Anonim, 2022).





Gambar 2. 1 *Zephyranthes rosea* Lindl. a) Seluruh bagian tanaman, b) bunga (tampak atas), c) irisan membujur bunga, d) biji tua, e) biji muda, f) umbi dan daun.

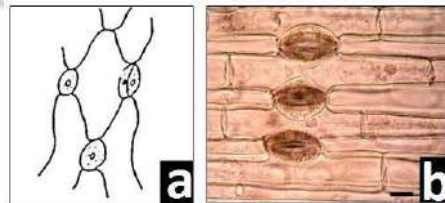
(Anonim, 2022; Wardana et. al., 2019)



Gambar 2. 2 Organ-organ *Z. rosea*. a) Seluruh bagian, b) bunga, c) umbi

(Dokumentasi pribadi, 2022)

Daun merupakan organ tumbuhan yang penting sehingga anatomi dan sifatnya mempengaruhi kelangsungan hidupnya. *Z. rosea* memiliki tipe daun amfistomatik (Nyawuame & Gill, 1990). Daun amfistomatik adalah daun yang memiliki stomata pada kedua sisinya (Rasthiti, 2015). Stomata *Z. rosea* pada sisi atas daun lebih rentan terhadap faktor lingkungan daripada stomata pada sisi bawah (Haryanti, 2010). Struktur stomata *Z. rosea* adalah anomositik. Anomositik adalah kondisi stomata yang tidak memiliki sel tetangga (subsidiary cell) Gambar 2. 3 (Rudall et. al. 2017).

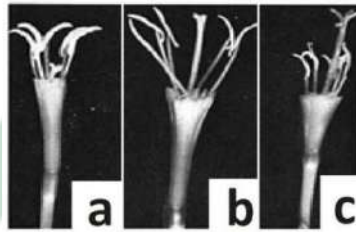


Gambar 2. 3 Stomata *Zephyranthes* sp. a) sketsa stomata *Z. rosea*, b) gambar stomata padapermukaan bawah (abaksial) daun *Z. candida* (skala=20 µm).

(Nyawuame & Gill, 1990; Jiang et. al., 2011)

Tipe alat reproduksi *Z. rosea* Lindl. adalah *long-style* karena stigma (kepala putik) lebih panjang daripada anthera (kepala benang sari) sehingga

menyebabkan *self-incompatible* (Gambar 2. 4). Penanaman dari biji membutuhkan waktu hampir 3 tahun untuk mencapai maturasi (Raina dan Khoshoo,1972). Bunga tumbuhan yang memiliki kromosom berjumlah 12 set ( $2n=24$ ) ini (Felix et. al., 2007) mekar saat musim hujan dan bertahan hanya 1 sampai 2 hari (Tjitrosoepomo, 2000 dalam Enjelina, 2010).



Gambar 2. 4 Tipe alat reproduksi *Zephyranthes* sp. berdasarkan perbandingan panjang stigmadan antera. a) Short-style (3-7 mm), b) Equal-style (0-1 mm), c) Long-style (5-15 mm).

(Raina dan Khoshoo, 1972)

## 2.2 Pemuliaan tanaman

Pemuliaan tanaman adalah kegiatan menghasilkan tanaman yang lebih berguna dengan cara memanipulasi sifat tanaman, baik struktur atau komposisinya (Acquaah, 2009). Meningkatkan keragaman genetik merupakan dasar dari pemuliaan tanaman. Hal tersebut dapat dihasilkan melalui teknik hibridisasi, introduksi, bioteknologi, dan mutasi (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2014). Ayat Al-Quran mengenai pemuliaan tanaman terdapat pada surat Ya Sin ayat 33-35:

وَأَيَّةٌ لَهُمُ الْأَرْضُ الْمَيْتَةُ أَحْيَيْتُهَا وَأَخْرَجْنَا مِنْهَا حَبًّا فَمِنْهُ يَأْكُلُونَ ۝ ٣٣ وَجَعَلْنَا فِيهَا  
جَنَّتٍ مِّنْ نَّخِيلٍ وَأَعْنَابٍ وَفَجَّرْنَا فِيهَا مِنَ الْعُيُونِ ۝ ٣٤ لِيَأْكُلُوا مِن ثَمَرِهِ وَمَا عَمِلَتْهُ  
أَيْدِيهِمْ أَفَلَا يَشْكُرُونَ ۝ ٣٥

Artinya: “Dan suatu tanda (kekuasaan Allah yang besar) bagi mereka adalah bumi yang mati. Kami hidupkan bumi itu dan Kami keluarkan dari

*padanya biji-bijian, maka daripadanya mereka makan (33). Dan Kami jadikan padanya kebun-kebun kurma dan anggur dan Kami pancarkan padanya beberapa mata air (34). Supaya mereka dapat makan dari buahnya, dan dari apa yang diusahakan oleh tangan mereka. Maka mengapakah mereka tidak bersyukur? (35).”*

Berdasarkan tafsir Al-Qurthubi, “Dan suatu tanda (kekuasaan Allah yang besar) bagi mereka adalah bumi yang mati. Kami hidupkan bumi itu.” merupakan peringatan Allah atas dihidupkannya yang mati. Yang dimaksud dengan **وَجَعَلْنَا فِيهَا** (Dan kami jadikan padanya) adalah tanah, **جَنَّاتٍ** (kebun-kebun), **مِنْ نَخِيلٍ وَأَعْنَابٍ** (dari kurma dan anggur), pengkhususan pada kurma dan anggur dikarenakan kedua buah tersebut memiliki nilai yang tinggi. Lafal **وَمَا عَمَلُهُمْ** (dan dari apa yang diusahakan oleh tangan mereka) maknanya “Dan dari uang yang diusahakan oleh tangan mereka, atau seperti macam-macam roti, buah, makanan, dan juga termasuk dari apa yang mereka buat dari biji-bijian dengan ditumbuk, seperti roti, adonan yang berasal dari biji-bijian, dan zaitun (Al Qurthubi, 2008).

Ketiga ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT telah menciptakan berbagai tumbuhan di bumi yang awalnya mati. Beberapa tumbuhan yang bernilai tinggi adalah anggur dan kurma. Kemudian pada ayat 35 Allah SWT mengisyaratkan mengenai pemuliaan tanaman pada kalimat “apa yang diusahakan oleh tangan mereka” yang dapat dikaitkan dengan usaha manusia dalam melakukan budidaya tanaman dan pemuliaan tanaman menggunakan berbagai cara menggunakan akal dan tangan mereka. Pendapat yang sama diajukan oleh dosen teknologi ilmu pertanian Universitas Brawijaya, Nur Hidayat, bahwa pada dasarnya

tanaman perlu dibudidayakan agar dapat memenuhi kebutuhan manusia (Hidayat, 2012).

Masing-masing teknik untuk meningkatkan keragaman genetik tanaman memiliki cara dan hasil yang berbeda. Pada teknik hibridisasi dilakukan persilangan tanaman intraspecies tetapi memiliki sifat-sifat genetik yang berbeda untuk menghasilkan galur atau varietas unggul. Pada teknik introduksi dilakukan uji daya adaptasi tanaman dari luar wilayah/ negeri di daerah setempat untuk menghasilkan varietas unggul baru jika memiliki sifat-sifat unggul. Teknik bioteknologi meliputi antara lain transfer gen yang menghasilkan tanaman transgenik dari penyisipan gen suatu spesies ke spesies lain (Soeranto, 2003); genom editing yang menghasilkan tanaman unggul dengan cara memanipulasi genom pada urutan tertentu (Putranto, 2016); serta fusi protoplas yang dapat menghasilkan tanaman poliploid dan spesies baru melalui aloploidisasi (Nurhasanah dan Sunaryo, 2019). Sedangkan pada teknik mutasi dilakukan perubahan materi genetik tanaman menggunakan mutagen sehingga menghasilkan mutasi gen (mutasi titik), poliploidisasi (mutasi genom), dan perubahan struktur kromosom (mutasi kromosom) (Acquaah, 2009; Bhaskaran & Swaminathan, 1961; Dermen, 1940;). Mutagen dalam pemuliaan tanaman dibedakan menjadi dua, yaitu mutagen fisik (Antara lain sinar x, sinar gamma, dan sinar ultra violet) dan kimia (Antara lain Ethyl Methan Sulfonat, Diethyl Sulfat, Ethyl Amin, dan kolkisin) (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2014). Dari semua teknik pemuliaan tersebut, teknik mutasi merupakan

cara termurah dan tercepat (Nagatomi dan Degi, 2009; Jain, 2010 dalam Sanjaya et. al., 2015). Selain itu, teknik mutasi dapat memperbaiki salah satu sifat dari suatu varietas tanpa merubah sifat yang lain, menimbulkan sifat baru yang tidak dimiliki induk, memisahkan pautan gen, dan dapat digunakan secara komplementer dengan metode lain seperti hibridisasi dan bioteknologi (Harsanti & Yulidar, 2019).

### 2.3 Poliploidi

Poliploidi adalah suatu keadaan apabila suatu sel memiliki lebih dari dua genom. Poliploidi menyebabkan perubahan sifat pada tanaman. Beberapa perubahan morfologi pada tanaman, yaitu pembesaran akar, batang, daun, bunga, dan buah akibat pembesaran sel-sel epidermis, inti sel, pembuluh pengangkut, dan stomata. Perubahan fisiologi tanaman poliploid, antara lain waktu berbunga dan masa vegetatif lebih lama, fertilitas berkurang, dan lebih rentan terserang penyakit. Selain itu, kandungan protein dan vitamin bertambah. Walaupun menyebabkan pembesaran organ, penambahan jumlah kromosom pada batas tertentu tidak menyebabkan penambahan ukuran organ. Contohnya pada kecubung (*Datura sp.*)  $6n$  atau  $8n$  bersifat lemah, dan jagung (*Zea mays L.*)  $8n$  bersifat lebih rendah, kuat, namun steril dibandingkan  $4n$  (Suryo, 2007).

Manfaat poliploidi antara lain menciptakan tanaman dengan karakter unggul, contohnya tanaman triploid dan tetraploid Gambar 2. 5. Semangka tanpa biji, pisang, dan marigold yang bunganya lebih besar merupakan tanaman triploid. Sedangkan contoh pemanfaatan tetraploid

adalah pada tanaman hias (biasanya dinamai tipe ganda), *rye*, *barley*, *red clover*, jagung, dan bit gula (Crowder, 2015).



Gambar 2. 5 Perbandingan morfologi FO hybrid (Lilium×formolongi \_Raizan 3'×Oriental hybrid \_Sorbonne') diploid dan tetraploid hasil induksi kolkisin. a) Penampilan umum tanaman saat berbunga (kiri: diploid, kanan: tetraploid), b) Bunga diploid (kiri) dan tetraploid (kanan), c) Daun diploid (kiri) dan tetraploid (kanan).

(Zhang et. al., 2017).

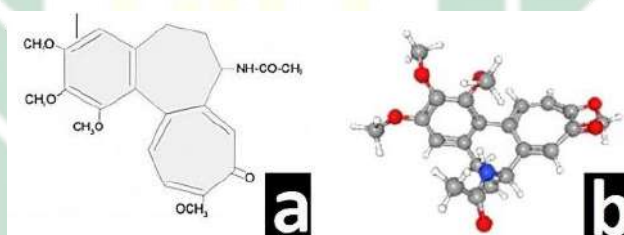
Poliploidi terjadi melalui dua cara, yaitu secara alami dan melalui induksi (sengaja dibuat). Poliploidi alami dapat terjadi pada sel somatis maupun reproduktif akibat pembelahan yang tidak teratur. Sedangkan poliploidi induksi tidak terjadi secara alami, salah satunya membutuhkan bahan-bahan kimia, seperti asenaften, kloralhidrat, sulfanilamid, etil-merkuri- klorid, heksklorosikloheksan, dan kolkisin. Semua zat tersebut kecuali kolkisin hanya dapat larut dalam gliserol, sehingga kolkisin paling banyak digunakan karena mudah larut dalam air (Suryo, 2007).

#### 2.4 Kolkisin

Kolkisin ( $C_{22}H_{25}O_6N$ ) adalah alkaloid dari umbi dan biji *Colchicum autumnale* yang nama genusnya diambil dari nama penguasa daerah di tepi laut hitam, tempat tanaman tersebut banyak tumbuh, yaitu Raja Colchis (Suryo, 2007). Karakteristik senyawa trisiklik ini (Gambar 2. 6) adalah memiliki berat molekul 399,4 gram/mol, titik leleh 142-150°C,



dapat larut dalam pelarut polar dan non polar tetapi lebih mudah larut dalam pelarut polar, berwujud serbuk atau kristal berbentuk jarum, dan berwarna kuning pucat hingga hijau kekuningan yang menggelap jika terpapar cahaya (National Center for Biotechnology Information, 2022). Pada bidang kedokteran, kolkisin merupakan zat terapeutik untuk berbagai penyakit, seperti gouty arthritis, *Familial Mediterranean Fever* (FMF), radang sendi (*osteoarthritis*), radang selaput jantung (*pericarditis*) dan *atherosclerosis* (Leung et. al., 2015). Sedangkan pada tumbuhan, kolkisin digunakan di bidang genetika tumbuhan dan fitopatologi untuk menggandakan kromosom (O'Neil, 2006; Lewis, 2007 dalam National Center for Biotechnology Information, 2022).



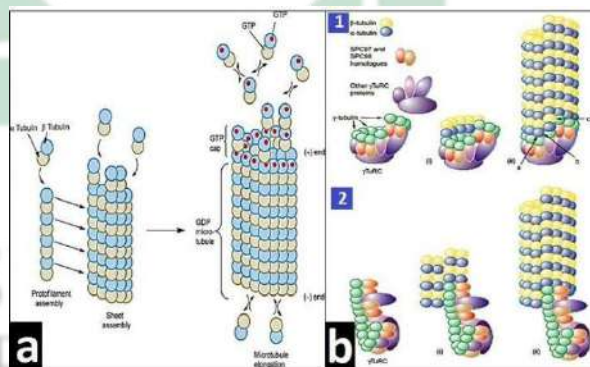
Gambar 2. 6 Struktur molekul kolkisin. a) 2 dimensi, b) 3 dimensi

(Leung et. al., 2015 dan NCBI, 2022)

Cara kerja kolkisin adalah menyebabkan abnormalitas proses pembelahan sel (disebut C-mitosis atau C-meiosis) melalui pencegahan terbentuknya gelendong mitotik (*mitotic spindle*), akibatnya terjadi duplikasi kromosom tanpa disertai pembentukan sel anakan karena kromosom tidak tertarik ke kutub yang berseberangan (C-anafase) sehingga nukleus ‘\_restitusi’ (nukleus perbaikan) mengandung kromosom kelipatan dua dari jumlah kromosom sel induk (Suryo, 2007). Penggandaan jumlah kromosom tersebut tidak disertai pembentukan lekukan penyibakan (pada

sel hewan) dan dinding sel penyekat di tengah dua nukleus restitusi (pada sel tumbuhan) sehingga tidak terjadi sitokinesis (Beams dan Evans, 1940; Crowder, 2015). Materi dinding sel penyekat tersebut diproduksi oleh badan golgi dan dibawa ke tengah sel melalui vesikel yang bergerak di sepanjang mikrotubulus (Campbell, 2010).

Gelendong mitotik tersusun dari mikrotubulus yang merupakan polimer dari dimer tubulin  $\alpha$  dan  $\beta$  (gambar 2.5a). Saat sel akan membelah, mikrotubulus lain di sitoplasma dibongkar sebagian, diduga untuk menyediakan materi bagi pembentukan gelendong mitotik (Campbell, 2010). Perakitan mikrotubulus diatur oleh nukleasi polimer dan penambatan di pusat pengorganisasian mikrotubulus yaitu sentrosom oleh kompleks  $\gamma$  tubulin Gambar 2. 7 (Gunawardane et. al., 1999 dalam Job et. al., 2003).



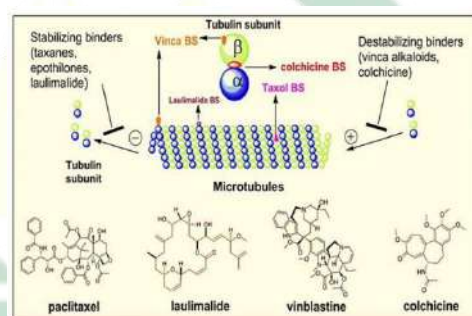
Gambar 2. 7 Mikrotubulus

Keterangan: a) Dimer tubulin  $\alpha$  dan  $\beta$ , b) Dua mekanisme pengintian mikrotubulus (Microtubulus nucleation)

(Aeluri et. al., 2014; Job et. al., 2003)

Mekanisme kolkisin mencegah pembentukan gelendong mitotik adalah dengan cara berikatan di situs pengikatan (*binding site*) dimer tubulin bebas (Gambar 2. 8), akibatnya apabila dimer tersebut digabungkan ke mikrotubulus yang telah terbentuk sebelumnya akan memutus polimerisasi

mikrotubulus selanjutnya. Hal tersebut menyebabkan terhambatnya beberapa proses di dalam sel, yaitu transportasi vesikel, sekresi sitokin, fagositosis, migrasi, dan pembelahan (Slobodnick et. al., 2015). Pembelahan sel yang terhambat akibat paparan kolkisin sering menyebabkan poliploid (Crowder, 2015). Walaupun tidak ada patokan konsentrasi kolkisin dan lama perlakuan yang harus digunakan untuk mengubah jumlah kromosom, tetapi umumnya konsentrasi 0,01-1 % dan lama perendaman 3-24 jam merupakan perlakuan yang efektif (Suryo, 2007).



Gambar 2. 8 Berbagai binding site (BS) pada mikrotubulus

(Slobodnick et. al., 2015)

Selain konsentrasi dan lama perlakuan, variasi bahan yang diberi perlakuan juga dapat dilakukan. Hal tersebut disebabkan oleh sifat kolkisin yang mudah berdifusi ke dalam jaringan tanaman dan kemudian disebarluaskan melalui jaringan pembuluh pengangkut. Berdasarkan Suryo (2007), pengaplikasian kolkisin dapat dilakukan pada bagian atau tahap perkembangan tanaman berikut:

#### A. Akar

Perlakuan kolkisin pada akar dilakukan dengan cara merendam seluruh bagian akar. Keefektifan pengaruh kolkisin

menggunakan cara ini telah terbukti pada berbagai spesies tanaman, terutama rumput- rumputan (Graminae). Ada metode perendaman akar yang terbukti memberikan hasil yang memuaskan, yaitu menggunakan interval 12. Pertama-tama akar direndam dalam kolkisin selama 12 jam, kemudian 12 jam dalam air, lalu yang terakhir dalam larutan kolkisin lagi.

#### B. Mata kuncup (primordia) tunas atau bunga

Cara penggunaan kolkisin pada mata kuncup tunas atau bunga adalah menaruh larutan kolkisin pada area tersebut dengan teknik penetasan atau penyikatan. Teknik penyikatan dilakukan dengan mencampur larutan kolkisin dengan lanolin agar tidak mudah mengering. Sedangkan jika menggunakan teknik penetasan, harus dilakukan berulang kali, karena menjaga agar tidak kering.

#### C. Batang atau cabang

Waktu untuk perlakuan kolkisin pada batang atau cabang adalah setelah masa dormansi area ini terlewati karena pada saat tersebut sel- selnya berada pada fase puncak mengadakan pembelahan. Hasil aplikasi kolkisin pada bagian ini sering berupa kimera periklinal dan sektoral yang dengan okulasi dapat menghasilkan keturunan poliploid berikutnya. Teknik ini sering dilakukan oleh ahli-ahli pertanian hortikultura.

#### D. Benih

Perlakuan kolkisin pada benih dilakukan dengan cara merendam seluruh bagian benih. Semakin tebal/keras kulit benih, maka diperlukan waktu perendaman yang lebih lama.

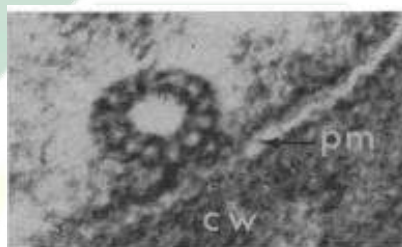
#### E. Benih yang telah berkecambah

Perlakuan kolkisin pada benih yang telah berkecambah dilakukan dengan cara merendam seluruh bagiannya. Perlakuan ini sulit dilakukan pada tanaman monokotil karena jaringan titik tumbuhnya terletak dan terlindung di bawah koleoptil. Kelebihan dari perlakuan ini adalah pertumbuhan tanaman dapat diikuti setelah perlakuan. Namun, apabila perendaman terlalu lama akan menyebabkan kematian kecambah, sedangkan apabila terlalu singkat tidak akan menghasilkan tanaman poliploid.

### 2.5 Mikrotubulus

Mikrotubulus adalah filamen protein penting yang terdapat di sitoplasma sel-sel eukariot, silia, flagela, *basal body*, sentriol, benang-benang mitotik, dan benang-benang meiosis (Abercrombie, et. al. 1990). Pengidentifikasi pertamanya adalah De Robertis dan Franchi pada tahun 1953, yang melakukan pengamatan pada sel-sel saraf skiatik amfibi. Setelah itu, banyak penelitian yang bertujuan mengamati struktur mikrotubulus pada berbagai spesies dan sel yang berbeda pada tahun 1956 hingga 1964. Beberapa di antaranya adalah pada aves, hydra, dan tumbuhan. Pengidentifikasi mikrotubulus tumbuhan pada tahun 1964 tersebut sekaligus mendeskripsikan struktur simetri radial 13 kali lipat protofilamen dari mikrotubulus yang tersusun atas subunit-subunit yang membentuk

tabung berongga (Gambar 2. 9). Subunit mikrotubulus pertama kali diisolasi dan diketahui komposisi asam aminonya pada tahun 1967 dan 1968 secara berurutan, kemudian diberi nama tubulin. Ada dua jenis tubulin, yaitu  $\alpha$ -tubulin dan  $\beta$ -tubulin (Gambar 2. 10) (De Robertis dan Franchi, 1953; Palay, 1956; De-The, 1964; Slautterback, 1963; Ledbetter dan Porter, 1964; Mohri, 1968; Shelanski dan Taylor, 1967; Stephens, 1970 dalam Breuss dan Keays, 2014).



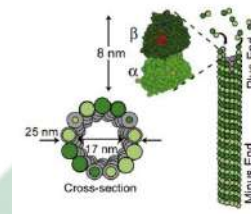
Gambar 2. 9 Irisan melintang mikrotubulus dari korteks sel ujung akar *Juniperus chinensis*. pm= membran plasma, cw= dinding sel

(Ledbetter dan Porter, 1964)

Struktur molekuler mikrotubulus tersusun atas protofilamen (polimer dimer  $\alpha$ -tubulin dan  $\beta$ -tubulin yang tersusun secara linear) yang bergabung membentuk struktur tabung berdiameter luar 25 nm dan diameter dalam 17 nm (Hawkins et. al., 2010). Kedua ujung tabung mikrotubulus dibedakan menjadi ujung positif, yaitu ujung tempat  $\beta$ -tubulin dan ujung negatif, yaitu ujung tempat  $\alpha$ -tubulin. Ujung positif bersifat lebih dinamis dibandingkan ujung negatif (Gambar 2. 10) (Mitchison, 1993 ; Cote dan Borisy, 1981 dalam Horio dan Murata, 2014). Ada sifat ketidakstabilan dinamis/*dynamic instability* pada mikrotubulus, yaitu pertumbuhan/grow dan penyusutan/shrink ujung mikrotubulus yang terjadi secara bergantian, jadi maksud dari pernyataan sebelumnya adalah bahwa ujung positif lebih cepat mengalami pertumbuhan dan penyusutan dibandingkan ujung negatif.

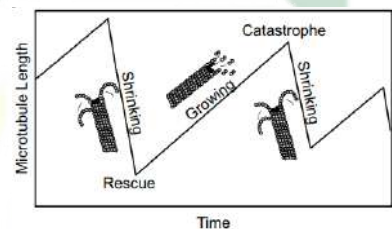


Transisi stokastik dari *shrink* ke *grow* disebut *rescue*, sedangkan sebaliknya disebut *catashtrope* (Gambar 2. 11) (Mitchison dan Kirschner, 1984; Hawkins et. al., 2010).



Gambar 2. 10 Ujung positif dan negatif mikrotubulus

(Hawkins et. al., 2010)



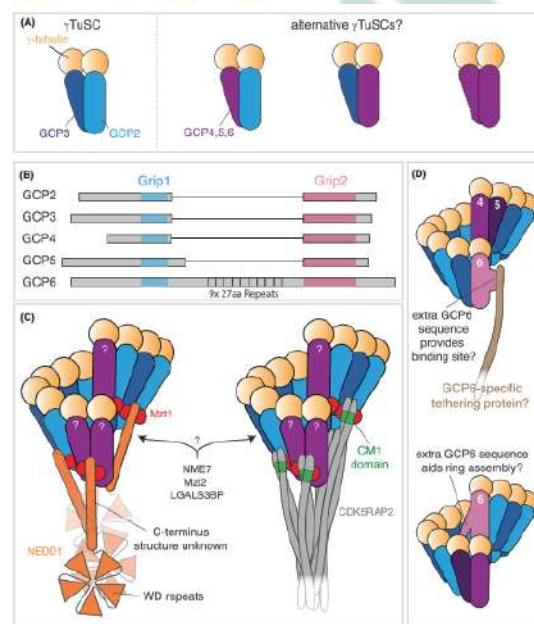
Gambar 2. 11 Ketidakstabilan dinamis pada mikrotubulus

(Hawkins et. al., 2010)

Polimer mikrotubulus terbentuk melalui sebuah proses awal yaitu *nucleation* oleh MTOC (*microtubules organizing center*). Terdapat beberapa macam MTOC berdasarkan jenis sel dan siklus sel. MTOC pada hewan adalah sentrosom, badan golgi, membran inti, kortek sel, dan mikrotubulus yang sudah ada sebelumnya. MTOC pada fungi adalah *spindle pole body* dan mikrotubulus yang sudah ada sebelumnya. MTOC pada tumbuhan adalah membran inti, korteks sel, dan mikrotubulus yang sudah ada sebelumnya (Wu dan Akhmanova, 2017; Becker et. al., 2020).

$\gamma$ -TURCs ( $\gamma$ -tubulin ring complexes) adalah suatu struktur yang memfasilitasi nukleasi pada MTOC. Walaupun beberapa populasi mikrotubulus dapat bernukleasi sendiri tanpa  $\gamma$ -TURCs, tetapi hasil dari

beberapa penelitian menyimpulkan bahwa  $\gamma$ -tubulin mempengaruhi viabilitas sel dan organisme karena menyebabkan nukleasi menjadi lebih efisien, menetapkan struktur 13 protofilamen sehingga rute-rute molekul-molekul motor menjadi lebih efisien, dan mengatur posisi ujung negatif mikrotubulus (Knop dan Schiebel., 1997; Vardy dan Toda., 2000; Martin et. al., 1998; Liu dan Lessman, 2007; Seltzer et. al., 2007); Xiong dan Oakley, 2009; Colombie et. al. 2006; Knop et. al. 1997; Geissler et. al. 1996; dalam Corinne dan Conduit, 2018).  $\gamma$ -TURCs tersusun dari  $\gamma$ -tubulin dan protein-protein khusus yang membentuk struktur menyerupai kerucut (Gambar 2. 12).



Gambar 2. 12 struktur  $\gamma$ -TURCs

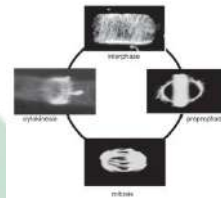
(Corinne dan Conduit, 2018)

## 2.6 Pembelahan sel tumbuhan

Berbeda dengan sel hewan, sel tumbuhan tidak memiliki sentrosom.

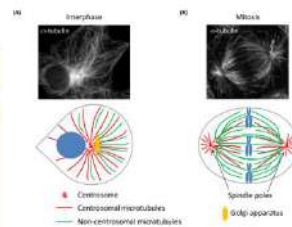
Sentrosom berfungsi sebagai tempat nukleasi mikrotubulus dan tempat

pembentukan gelendong pembelahan pada saat pembelahan sel hewan (Kellogg et. al., 1994). Tidak adanya sentrosom tersebut juga menyebabkan perbedaan susunan mikrotubulus sel tumbuhan dan hewan saat interfase (Gambar 2. 13 dan Gambar 2. 14.)



Gambar 2. 13 Susunan mikrotubulus pada sel tumbuhan selama siklus sel

(Doonan, J. H., 2005)

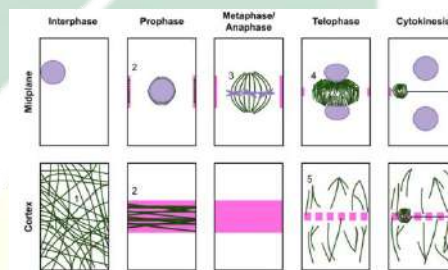


Gambar 2. 14 Susunan mikrotubulus pada sel hewan selama siklus sel

(Martin dan Akhmanova, 2018).

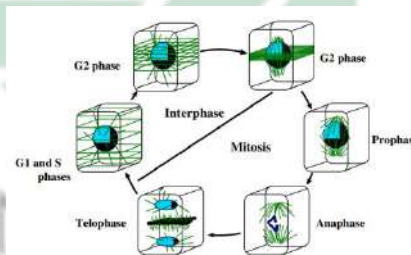
Pembentukan gelendong pembelahan pada tumbuhan terjadi dalam beberapa tahap tanpa melibatkan organel kasatmata seperti sentrosom. Pada interfase, mikrotubulus terletak di korteks sel tepat di bawah membran plasma dan tersusun secara tegak lurus dengan arah tumbuh sel. Pada profase, mikrotubulus bergabung membentuk cincin PPB yang mengelilingi nukleus dan menentukan titik pembelahan sel. Ketika PPB terbongkar dan membentuk gelendong asentrosomal di sekitar nukleus, *division-site-localized-proteins* adalah protein yang menandai area yang sebelumnya ditempati oleh cincin PPB tersebut. Pada metafase dan anafase, gelendong asentrosomal memisahkan kromosom-kromosom kemudian terbongkar

untuk membentuk pragmoplas. Pada telofase, pragmoplas mengatur pembentukan lempeng sel. Pada sitokinesis, mikrotubulus korteks telofase bergabung dengan pragmoplas untuk mengarahkan pemanjangan pragmoplas di titik pembelahan. Dinding sel baru selesai terbentuk saat pragmoplas terbongkar dari titik fusi lempeng sel dan lempeng sel berfusi dengan plasma membran sel induk (Gambar 2. 15 dan Gambar 2. 16) (Uyehara dan Rasmussen, 2023).



Gambar 2. 15 ilustrasi 2D tahap pembentukan gelendong pembelahan pada tumbuhan

(Uyehara dan Rasmussen, 2023)



Gambar 2. 16 Ilustrasi 3D tahap pembentukan gelendong pembelahan pada tumbuhan

(Canaday et. al., 2015).

Pembelahan sel sangat dipengaruhi oleh mikrotubulus sebagai salah satu penyusun sitoskeleton. Tumbuhan memiliki dua struktur mikrotubulus unik yang tidak dimiliki eukariot lain, yaitu PPB dan pragmoplas (Kost dan Chua, 1999). PPB diidentifikasi pada tahun 1966. PPB merupakan susunan

mikrotubulus-mikrotubulus di daerah korteks sel tumbuhan yang berfungsi menentukan daerah pembelahan sel dan dibentuk selama akhir G2 (Pickett-Heaps and Northcote, 1966). Tumbuhan yang sel-selnya gagal membentuk PPB atau membentuk PPB yang tidak normal akan mengalami bermacam-macam kondisi, antara lain adalah morfologi dan anatomi abnormal (Kost dan Chua, 1999).



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Rancangan penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap Faktorial dengan 2 faktor. Faktor pertama adalah konsentrasi kolkisin dengan 5 taraf, yaitu 0 %; 0,025 %; 0,05 %; 0,075 %; dan 0,1 %. Faktor kedua adalah lama perendaman dengan 4 taraf, yaitu 6 jam; 12 jam; 18 jam; dan 24 jam. Kombinasi perlakuan menggunakan kedua faktor adalah sebagai berikut:

Tabel 3. 1 Kombinasi perlakuan

Konsentrasi Kolkisin	Lama perendaman			
	W1	W2	W3	W4
K1	K1W1	K1W2	K1W3	K1W4
K2	K2W1	K2W2	K2W3	K2W4
K3	K3W1	K3W2	K3W3	K3W4
K4	K4W1	K4W2	K4W3	K4W4
K5	K5W1	K5W2	K5W3	K5W4

Keterangan: K1: Akuades (Kontrol), K2: Konsentrasi kolkisin 0,025 %, K3: Konsentrasi kolkisin 0,05 %, K4: Konsentrasi kolkisin 0,075 %, K5: Konsentrasi kolkisin 0,1 %, W1: Lama perendaman 6 jam, W2: Lama perendaman 12 jam, W3: Lama perendaman 18 jam, W4: Lama perendaman 24 jam.

Masing-masing kombinasi perlakuan diulang 3 kali sesuai rumus

Fedeerer (1963):

$$(n - 1)(t - 1) \geq 15$$

$$(n - 1)(20 - 1) \geq 15$$

$$(n - 1)(19) \geq 15$$

$$(n - 1) \geq 0,79$$



$$n \geq 1,79$$

Jumlah kombinasi perlakuan adalah 20 sedangkan jumlah pengulangan adalah 3. Oleh karena itu, unit penelitian yang akan dilakukan berjumlah  $20 \times 3 = 60$ .

### 3.2 Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan September hingga Desember 2022 di Kabupaten Bojonegoro dan Laboratorium Terintegrasi Universitas Islam Negeri Sunan Ampel, Surabaya. Adapun rincian waktu penelitian dapat dilihat pada tabel:

Tabel 3. 2 Jadwal pelaksanaan penelitian

No	Kegiatan	2022									2023									
											Bulan									
		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	
1	Pembuatan proposal Seminar																			
2	proposal																			
3	Persiapan media tanam																			
4	Pembuatan larutan kolkisin																			
5	Perlakuan dan penanaman																			
6	Perawatan																			
7	Pengamatan																			

Analisis	
8 data	
Pembuata	
n draft	
9 skripsi	
Sidang	
10 skripsi	

---

### 3.3 Alat dan bahan penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *polybag* ukuran 20 x 20 cm, gelas air mineral, spatula, gelas arloji, timbangan analitik, botol asi, botol air mineral, labu ukur, pipet tetes, gelas ukur, peralatan tulis, penggaris, timbangan digital, selotip bening, gunting, *object glass*, mikroskop cahaya, optilab, silet, dan oven.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah umbi berakar *Z. rosea*, tanah, pupuk kompos, kolkisin padat, air keran, akuades, dan resin transparan.

### 3.4 Variabel penelitian

Variabel yang digunakan pada penelitian ini antara lain:

- A. Variabel bebas berupa kombinasi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman.
- B. Variabel terikat berupa warna bunga, waktu berbunga, panjang daun, lebar daun, kerapatan stomata, panjang stomata, lebar stomata, berat basah, dan berat kering.
- C. Variabel kontrol, meliputi kondisi lingkungan (suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya), ukuran umbi, serta media tanam.

### 3.5 Prosedur penelitian

### 3.5.1 Persiapan media tanam

Media tanam yang digunakan adalah tanah dan pupuk kompos (3:1) yang dicampur secara homogen (Vivedru, 2016).

### 3.5.2 Pembuatan larutan kolkisin

Pembuatan larutan kolkisin didasarkan pada Gultom (2016), yaitu untuk membuat larutan kolkisin dari kolkisin padat (w/v) menggunakan rumus sebagai berikut:

$$W = \frac{A}{100} \times V$$

Keterangan:

W: Berat zat yang akan dilarutkan

A: Persen yang akan dibuat

V: Volume zat yang akan dibuat

Tiap unit percobaan membutuhkan 5 ml larutan kolkisin, Untuk membuat larutan kolkisin sesuai taraf konsentrasi kolkisin, langkah pertama yang dilakukan adalah membuat larutan stok kolkisin 1 % sebanyak 50 ml:

$$W = \frac{1}{100} \times 50$$

$$W = 0,5 \text{ gram}$$

Setelah itu melakukan pengenceran larutan stok untuk membuat konsentrasi kolkisin sesuai taraf perlakuan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$V1 \times M1 = V2 \times M2$$

Keterangan:

VI: Volume larutan pekat

M1: Konsentrasi larutan pekat

V2: Volume larutan encer

M2: Konsentrasi larutan encer

### 3.5.3 Perlakuan kolkisin

Akar yang telah dibersihkan menggunakan akuades kemudian dikeringanginkan. Setelah itu, bagian akar sepanjang 1 cm direndam dengan larutan kolkisin sesuai masing-masing perlakuan konsentrasi dan lama perendaman.

### 3.5.4 Proses penanaman dan perawatan

Umbi yang akarnya telah selesai diberi perlakuan kolkisin lalu ditanam di polybag dengan kedalaman tanah kurang lebih 3 cm sampai sebatas leher umbi. Kemudian penyiraman dilakukan secukupnya sehari sekali saat pagi hari dengan keadaan media tanah tidak sampai tergenang.

### 3.5.5 Pengamatan

Pengamatan dilakukan setelah tanaman berusia 60 hari setelah masa tanam, karakter yang diamati adalah:

#### A. Warna bunga

Pengamatan warna bunga dilakukan bersamaan dengan pengamatan waktu mekar bunga.

#### B. Waktu berbunga

Pengamatan waktu berbunga dilakukan setiap hari untuk mengetahui waktu mekar bunga. Penghitungan hari dilakukan dimulai dari hari tanam.

#### C. Panjang daun

Pengukuran panjang daun dilakukan menggunakan penggaris. Daun yang digunakan sebagai sampel adalah yang terpanjang dari tiap-tiap unit percobaan.

#### D. Lebar daun

Pengukuran panjang daun dilakukan menggunakan penggaris. Daun yang digunakan sebagai sampel adalah yang terpanjang dari tiap-tiap unit percobaan.

#### E. Kerapatan stomata, panjang stomata, dan lebar stomata

Pengamatan panjang, lebar, dan kerapatan stomata dilakukan pada permukaan bawah daun menggunakan metode replika (Haryanti, 2010) pada 3 unit pengulangan pada tiap kombinasi perlakuan. Mula-mula daun diolesi resin transparan dan dibiarkan mengering selama 10-15 menit. Setelah kering, olesan resin ditempeli potongan selotip bening lalu dikelupas secara perlahan kemudian ditempelkan pada *object glass*. Setelah itu, preparat diamati di bawah mikroskop menggunakan optilab dengan perbesaran 100 kali untuk kerapatan stomata sedangkan untuk panjang dan lebar stomata menggunakan perbesaran 400 kali (Jiang et. al., 2011). Panjang dan lebar stomata diukur menggunakan aplikasi *image raster*. Kerapatan stomata dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\begin{aligned} & \text{Rata – rata jumlah stomata (Sa)} \\ & = \frac{Sa1 + Sa2 + \dots + San}{n} \end{aligned}$$

$$\text{Kerapatan stomata (KAn)} = \frac{Sa}{LBP}$$

Keterangan:

Sa1: jumlah stomata bidang pandang 1

Sa2: jumlah stomata bidang pandang 2

Sa3: jumlah stomata bidang pandang 3

n: banyaknya bidang pandang

LBP= luas bidang pandang (mm<sup>2</sup>)

#### F. Berat basah daun

Tanaman yang telah berumur 2 bulan dicabut dari media kemudian dibersihkan umbi dan akarnya dari tanah menggunakan air. Setelah itu, tanaman ditimbang menggunakan timbangan digital.

#### G. Berat kering daun

Tanaman yang telah ditimbang berat basahya kemudian dioven selama 15 menit pada suhu 70°C kemudian ditimbang menggunakan timbangan digital.

### 3.6 Analisis data

Analisis statisik dilakukan menggunakan aplikasi SPSS. Analisis data hasil penelitian ini menggunakan uji anova dua arah (*Two-way Anova*).

Jika terdapat beda nyata maka uji lanjutan (*post-hoc*) yang digunakan adalah DMRT (*Duncan Multiple Range Test*). Apabila data tidak memenuhi persyaratan uji anova dua arah maka dilakukan uji nonparamerik menggunakan *Friedman's Two-way Analysis of Variance by Ranks*. Jika terdapat beda nyata maka uji lanjutan (*post-hoc*) dilakukan menggunakan *Bonferroni test*.



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi kolkisin, lama perendaman, serta interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap karakter poliploidi pada *Zephyranthes rosea* Lindl. Parameter yang diamati adalah karakter poliploidi tanaman: warna bunga, waktu berbunga, panjang daun, lebar daun, kerapatan stomata, panjang stomata, lebar stomata, berat basah, dan berat kering. Pengamatan warna bunga dan pengukuran waktu berbunga dilakukan selama 61 hari sejak tanam. Panjang daun, lebar daun, kerapatan stomata, panjang stomata, dan lebar stomata diukur setelah tanaman berumur 79 hari. Sedangkan berat basah dan berat kering diukur setelah tanaman berusia 107 hari.

Terdapat dua jenis data hasil pengukuran parameter, yaitu data yang memenuhi syarat uji parametrik dan data yang tidak memenuhi syarat uji parameterik. Data hasil pengukuran parameter dianalisis menggunakan uji *Two-way ANOVA* dan apabila terdapat pengaruh signifikan ( $p\text{-value} < 0,05$ ) maka diuji beda menggunakan uji DMRT untuk data yang memenuhi syarat uji parametrik. Sedangkan untuk data yang diuji menggunakan uji non parametrik dianalisis menggunakan *Friedman's Two-way Analysis of Variance by Ranks* dan apabila terdapat pengaruh signifikan ( $p\text{-value} < 0,05$ ) maka diuji beda menggunakan uji lanjut *Bonferroni test*.

Data hasil pengukuran parameter yang diuji menggunakan *Two-way ANOVA* adalah data yang terdistribusi normal dan homogen ( $p\text{-value} > 0,05$ ), yaitu kerapatan stomata dan berat kering. Kerapatan stomata memiliki  $p\text{-value}$  0,200

pada uji normalitas (Lampiran 28) dan  $p$ -value 0,072 pada uji homogenitas (Lampiran 29). Berat kering memiliki  $p$ -value 0,200 pada uji normalitas (Lampiran 57) dan  $p$ -value 0,066 pada uji homogenitas (Lampiran 58).

Setelah dilakukan analisis data, diketahui bahwa data-data yang diuji menggunakan uji non parametrik pada penelitian ini adalah waktu berbunga ( $p$ -value uji normalitas= 0,200 (Lampiran 1) dan  $p$ -value uji homogenitas= 0,019 (Lampiran 2)), panjang daun ( $p$ -value uji normalitas= 0,043 (Lampiran 9) dan  $p$ -value uji homogenitas= 0,001 (Lampiran 10)), lebar daun ( $p$ -value uji normalitas= 0,033 (Lampiran 20) dan  $p$ -value uji homogenitas= 0,000 (Lampiran 21)), panjang stomata ( $p$ -value uji normalitas= 0,200 (Lampiran 34) dan  $p$ -value uji homogenitas= 0,006 (Lampiran 35)), lebar stomata ( $p$ -value uji normalitas= 0,200 (Lampiran 42) dan  $p$ -value uji homogenitas= 0,007 (Lampiran 43)), dan berat basah ( $p$ -value uji normalitas= 0,200 (Lampiran 52) dan  $p$ -value uji homogenitas= 0,021 (Lampiran 50)). Oleh karena itu, perlu dilakukan transformasi data agar data memenuhi syarat uji parametrik sehingga dapat diuji menggunakan uji *Two-way* ANOVA.

Hasil uji normalitas dan homogenitas terhadap data-data yang tidak memenuhi uji parametrik yang telah ditransformasi menunjukkan bahwa syarat uji *Two-way* ANOVA masih tidak terpenuhi. Grafik data waktu berbunga berjenis *moderate positive skewness* (Lampiran 3) sehingga rumus transformasi data yang digunakan adalah  $\text{Sqrt}(x)$ .  $P$ -value uji normalitas dan uji homogenitas data waktu berbunga yang ditransformasi secara berurutan sebesar 0,738 (Lampiran 4) dan 0,333 (Lampiran 5) sehingga data tersebut tergolong data yang diuji menggunakan uji non parametrik. Grafik data panjang daun berjenis *substansial positive skewness*

(Lampiran 11) sehingga rumus transformasi data yang digunakan adalah  $Lg_{10}(x)$ .  $P$ -value uji normalitas dan uji homogenitas data panjang daun yang ditransformasi secara berurutan sebesar 0,096 (Lampiran 12) dan 0,001 (Lampiran 13) sehingga data tersebut tergolong data yang diuji menggunakan uji non parametrik. Grafik data lebar daun berjenis *moderate negative skewness* (Lampiran 22) sehingga rumus transformasi data yang digunakan adalah  $Sqrt(k-x)$ .  $P$ -value uji normalitas dan uji homogenitas data lebar daun yang ditransformasi secara berurutan sebesar 0,749 (Lampiran 23) dan 0,009 (Lampiran 24) sehingga data tersebut tergolong data yang diuji menggunakan uji non parametrik. Grafik data panjang stomata berjenis *moderate positive skewness* (Lampiran 36) sehingga rumus transformasi data yang digunakan adalah  $Sqrt(x)$ .  $P$ -value uji normalitas dan uji homogenitas data panjang stomata yang ditransformasi secara berurutan sebesar 0,737 (Lampiran 37) dan 0,006 (Lampiran 38) sehingga data tersebut tergolong data yang diuji menggunakan uji non parametrik. Grafik data lebar stomata berjenis *moderate negative skewness* (Lampiran 44) sehingga rumus transformasi data yang digunakan adalah  $Sqrt(k-x)$ .  $P$ -value uji normalitas dan uji homogenitas data lebar stomata yang ditransformasi secara berurutan sebesar 0,116 (Lampiran 45) dan 0,004 (Lampiran 46) sehingga data tersebut tergolong data yang diuji menggunakan uji non parametrik. Grafik data berat basah berjenis *Substansial positive skewness* (Lampiran 51) sehingga rumus transformasi data yang digunakan adalah  $Lg_{10}(x)$ .  $P$ -value uji normalitas dan uji homogenitas data berat basah yang ditransformasi secara berurutan sebesar 0,749 (Lampiran 52) dan 0,014 (Lampiran 53) sehingga data tersebut tergolong data yang diuji menggunakan uji non parametrik.

Berdasarkan uraian di atas, pada penelitian ini terdapat 3 jenis parameter. Jenis yang pertama adalah parameter kualitatif, yaitu warna bunga. Jenis yang kedua adalah parameter kuantitatif yang diuji menggunakan uji parametrik, yaitu kerapatan stomata dan berat kering. Jenis yang ketiga adalah parameter kuantitatif yang diuji menggunakan uji non parametrik, yaitu waktu berbunga, panjang daun, lebar daun, panjang stomata, lebar stomata, dan berat basah. Berikut ini adalah pembahasan lebih lanjut dari analisis masing-masing parameter berdasarkan perlakuan konsentrasi kolkisin, lama perendaman, serta interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman:

#### 4.1 Pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap karakter poliploidisasi pada *Z. rosea*

Lindl

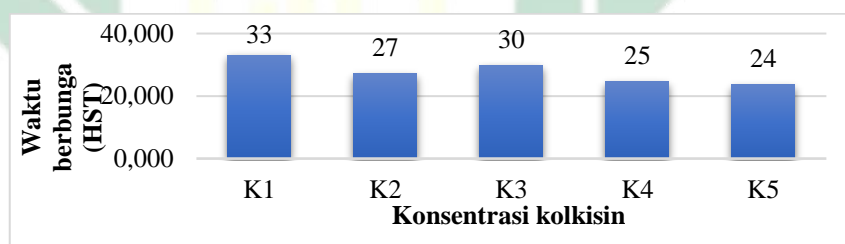
##### 4.1.1 Pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap waktu berbunga *Z. rosea*

Lindl.

Berdasarkan pengamatan terhadap waktu berbunga *Z. rosea*

Lindl. akibat perlakuan kolkisin dengan berbagai konsentrasi, diperoleh rata-rata waktu berbunga terendah pada perlakuan konsentrasi 0 %, yaitu 33 HST. Perlakuan konsentrasi 0,05 % memiliki rata-rata waktu berbunga 30 HST. Perlakuan konsentrasi 0,025 % memiliki rata-rata waktu berbunga 27 HST. Perlakuan konsentrasi kolkisin 0,075 % memiliki rata-rata waktu berbunga 25 HST. Perlakuan konsentrasi 0,1 % memiliki rata-rata waktu berbunga tercepat, yaitu 24 HST (Gambar 4. 1). Hasil uji Friedman menunjukkan nilai signifikansi data waktu berbunga akibat

konsentrasi kolkisin adalah  $0,708 > 0,05$  (Lampiran 6) sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan rata-rata pada perlakuan konsentrasi kolkisin terhadap waktu berbunga *Z. rosea* Lindl.. Hal ini berbeda dengan hasil penelitian Fathurrahman (2019) pada kacang hijau (*Phaseolus radiatus*) yang menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi kolkisin menyebabkan perbedaan nyata dengan perlakuan kontrol (konsentrasi kolkisin 0 %) terhadap waktu berbunga. Hal yang sama juga terjadi pada penelitian Samadi et. al. (2022) pada safron (*Crocus sativus* L.) yang memiliki waktu berbunga yang berbeda nyata antara perlakuan kontrol dengan konsentrasi kolkisin 0,025 % dan 0,05 %.



Gambar 4. 1 Grafik pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap waktu berbunga (HST)

Keterangan: K1= konsentrasi kolkisin 0 %, K2= konsentrasi kolkisin 0,025 %, K3= konsentrasi kolkisin 0,05 %, K4= konsentrasi kolkisin 0,075 %, K5= konsentrasi kolkisin 0,1 %.

Tidak adanya pengaruh signifikan perlakuan konsentrasi kolkisin terhadap waktu berbunga tanaman poliploid pada penelitian ini diduga disebabkan oleh peredaman gen (*Gene silencing*). Peredaman gen menyebabkan beberapa gen menjadi aktif sedangkan yang lainnya tidak aktif sehingga hanya beberapa fenotip poliploidi saja yang terekspresikan (Adams & Wendel, 2005). Hal yang sama terjadi pada jarak pagar (*Jatropha curcas*) poliploid hasil

induksi kolkisin yang tidak menunjukkan perbedaan nyata waktu berbunga dengan tanaman diploid meskipun karakter poliploidi lainnya terekspresikan (Niu et. al., 2016).

Walaupun tidak berpengaruh signifikan tetapi konsentrasi kolkisin menyebabkan waktu berbunga lebih cepat dibandingkan kontrol. Luas permukaan daun yang lebih tinggi pada tanaman poliploid daripada diploid menyebabkan laju fotosintesisnya lebih tinggi. Laju fotosintesis yang lebih tinggi akan menghasilkan fotosintat yang lebih banyak. Fotosintat yang lebih banyak dapat memicu pembentukan bunga lebih cepat (Golembeski et al., 2014). Penelitian terdahulu terhadap tanaman air mata pengantin (*Antigonon leptopus*) yang diberi perlakuan konsentrasi kolkisin juga menghasilkan tanaman yang lebih cepat berbunga dibandingkan dengan kontrol (Ishlah dkk., 2022).

Gambar 4. 1 menunjukkan bahwa waktu berbunga *Z. rosea* akibat pengaruh perlakuan konsentrasi kolkisin cenderung berfluktuasi dari konsentrasi terendah (0 %) ke konsentrasi tertinggi (0,1 %). Hal tersebut diduga terjadi karena adanya peristiwa konsentrasi optimum yang dapat menyebabkan poliploidi secara efisien (Eng dan Ho, 2019). Data waktu berbunga yang berfluktuasi juga terjadi pada kacang hijau (*Phaseolus radiatus*) poliploid yang diberi perlakuan kolkisin (Fathurrahman, 2019).

Konsentrasi kolkisin tertinggi (0,1 %) menyebabkan *Z. rosea* L. memiliki waktu berbunga tercepat (24 HST) diantara semua



perlakuan. Mansyurdin dan Murni (2004) dalam Rochmat et. al. (2017) menyatakan bahwa makin tinggi konsentrasi kolkisin akan menyebabkan makin banyak sel yang menjadi poliploid. Waktu berbunga yang lebih cepat seiring kenaikan konsentrasi kolkisin juga terjadi pada kacang hijau (*Phaseolus radiatus*) yang diberi perlakuan kolkisin (Fathurrahman, 2019). Pada penelitian tersebut, konsentrasi kolkisin 0,5 % menghasilkan waktu berbunga tercepat (31,25 HST) dibandingkan dengan kontrol (33,05 HST) dan konsentrasi kolkisin 0,1 % (31,91 HST).

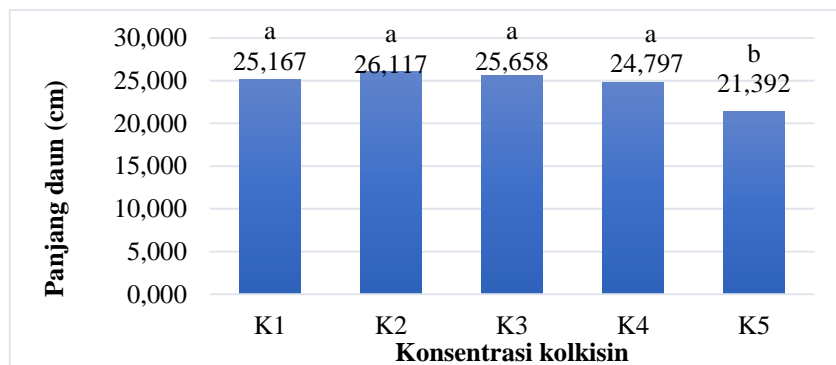
Konsentrasi kolkisin 0 % menyebabkan *Z. rosea* L. memiliki waktu berbunga terlama (33 HST) di antara semua perlakuan. Secara umum waktu berbunga tanaman poliploid lebih lama dibanding poliploid tetapi fotosintat yang lebih banyak dapat pula memicu pembentukan bunga lebih cepat pada tanaman poliploid (Golembeski et al., 2014). Hal yang sama juga terjadi pada penelitian Fathurrahman (2019) pada kacang hijau (*Phaseolus radiatus*) yang diberi perlakuan kolkisin, bahwa konsentrasi 0 % menyebabkan lama berbunga terlama.

Konsentrasi kolkisin pada penelitian ini belum dapat menginduksi *Z. rosea* poliploid. Hal tersebut disebabkan banyak parameter yang tidak terpengaruhi secara signifikan, salah satunya adalah waktu berbunga. Hal tersebut sesuai dengan Husband et. al. (2016) dan Parjanto (2017) bahwa tidak terinduksi *Chamerion*

*angustifolium* dan sirsak (*Annona muricata*) poliploid akibat paparan kolkisin.

#### 4.1.2 Pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap panjang daun *Z. rosea* Lindl

Berdasarkan pengamatan terhadap panjang daun *Z. rosea* Lindl. akibat perlakuan kolkisin dengan berbagai konsentrasi, diperoleh rata-rata panjang daun terendah pada perlakuan konsentrasi 0,1 %, yaitu 21,392 cm. Perlakuan konsentrasi 0,075 % memiliki rata-rata panjang daun sebesar 24,797 cm. Perlakuan konsentrasi 0 % memiliki rata-rata panjang daun sebesar 25,167 cm. Perlakuan konsentrasi 0,025 % memiliki rata-rata panjang daun sebesar 26,117 cm. Perlakuan konsentrasi 0,05 % memiliki rata-rata panjang daun terbesar, yaitu 25,658 cm (Gambar 4. 2). Hasil uji Friedman menunjukkan nilai signifikansi data panjang daun akibat konsentrasi kolkisin adalah  $0,000 < 0,05$  (Lampiran 14) sehingga dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan rata-rata pada perlakuan konsentrasi kolkisin terhadap panjang daun *Z. rosea* Lindl. Hal tersebut berbeda dengan Kazemi dan Kaviani (2020) yang menyatakan bahwa tidak terdapat pengaruh nyata antara perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap panjang daun *Catasetum pileatum* Rchb poliploid.



Gambar 4. 2 Grafik pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap panjang daun (cm)

Keterangan: K1= konsentrasi kolkisin 0 %, K2= konsentrasi kolkisin 0,025 %, K3= konsentrasi kolkisin 0,05 %, K4= konsentrasi kolkisin 0,075 %, K5= konsentrasi kolkisin 0,1 %. Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan ada perbedaan signifikan ( $p$ -value uji Bonferroni < 0,05)

Pada tumbuhan poliploid, peristiwa terekspresinya beberapa karakter poliploidi tetapi fenotip lain yang juga karakter poliploidi tidak terekspresi merupakan hal yang umum. Hal tersebut dapat disebabkan oleh peredaman gen (*Gene silencing*) (Adams dan Wendel, 2005; Pikaard, 2001). Peredaman gen adalah peristiwa pencegahan ekspresi gen oleh sejumlah proses regulasi gen (Ma XinRong et. al., 2017). Peredaman gen dibagi menjadi dua jenis berdasarkan mekanismenya, yaitu peredaman gen transkripsional dan pascatranskripsional. Peredaman gen transkripsional terjadi akibat metilasi DNA atau modifikasi histon sedangkan peredaman gen pascatranskripsional terjadi akibat interferensi RNA (Fuks, 2005;

Meister dan Tuschl, 2004). Perubahan pola metilasi DNA pada satu faktor transkripsi dapat mengubah ekspresi dari gen-gen lain sehingga semakin meningkatnya metilasi DNA maka banyak

gen yang tidak terekspresikan (del Pozo and Ramirez-Parra, 2015 dalam Marfil et. al., 2018). Peningkatan metilasi DNA pada tanaman autoploid telah banyak dilaporkan (Lavania et. al., 2012; Sharma et. al., 2018). Oleh karena itu, munculnya sifat poliploidi pada panjang daun sedangkan karakter lainnya tidak menunjukkan sifat poliploidi diduga terjadi akibat terjadinya peredaman gen pada *Z. rosea* Lindl poliploid akibat induksi kolkisin pada penelitian ini. Hal tersebut sesuai dengan Shmeit et. al. (2020), bahwa *Thymus vulgaris* L. autoploid menunjukkan perubahan signifikan pada panjang daun tetapi karakter lainnya tidak menunjukkan sifat poliploidi. Hal yang sama juga terjadi pada *Zingiber officinale* Roscoe cv. 'Fengtou' autoploid akibat perlakuan kolkisin (Zhou et al., 2020).

Gambar 4. 2 menunjukkan bahwa panjang daun *Z. rosea* akibat pengaruh perlakuan konsentrasi kolkisin cenderung berfluktuasi dari konsentrasi terendah (0 %) ke konsentrasi tertinggi (0,1 %). Hal tersebut diduga terjadi karena adanya konsentrasi optimum yang dapat menyebabkan poliploidi secara efisien (Eng dan Ho, 2019). Data panjang daun yang berfluktuasi juga terjadi pada *Catsetum pileatum* akibat perlakuan konsentrasi kolkisin (Kazemi dan Kaviani, 2020).

Konsentrasi kolkisin 0,1 % menghasilkan panjang daun terpendek, yaitu 21,392 cm dan berbeda nyata dengan perlakuan kontrol ( $P$ -value  $0,01 < 0,05$ ) (Lampiran 15). Pemendekan panjang

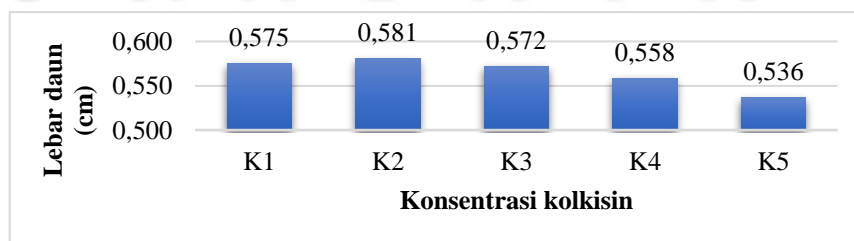
daun pada tanaman poliploid diduga terjadi karena membran yang abnormal, perkembangan abnormal dinding sel dan kesulitan dalam pemanjangan pada sel-sel poliploid (Ari et. al., 2015 dalam Manzoor et al., 2018). Kolkisin diduga menyebabkan poliploidi melalui pembentukan PPB yang abnormal. Hal tersebut sesuai dengan Kost dan Chua (1999) bahwa sel-sel yang memiliki PPB abnormal akan mengalami penampakan morfologi dan anatomi yang abnormal. Pemendekkan panjang daun juga terjadi pada *Gladiolus grandiflorus* 'White Prosperity' poliploid (Manzoor et al., 2018).

Konsentrasi kolkisin 0,025 % menyebabkan *Z. rosea* Lindl. memiliki rata-rata panjang daun terbesar di antara semua perlakuan. Akibat perlakuan tersebut, panjang daun *Z. rosea* Lindl. tertinggi pada penelitian ini sebesar 26,117 cm. Namun, karena tidak berbeda signifikan dengan perlakuan kontrol, yang diketahui dari *p-value* uji *post-hoc* sebesar  $0,93 > 0,05$  (Lampiran 15), sehingga hal tersebut dapat diabaikan.

Konsentrasi kolkisin pada penelitian ini belum dapat menginduksi *Z. rosea* poliploid. Hal tersebut disebabkan banyak parameter yang tidak terpengaruhi secara signifikan. Hal tersebut sesuai dengan Husband et. al. (2016) dan Parjanto (2017) bahwa tidak terinduksi *Chamerion angustifolium* dan sirsak (*Annona muricata*) poliploid akibat paparan kolkisin.

#### 4.1.3 Pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap lebar daun *Z. rosea* Lindl

Berdasarkan pengamatan terhadap lebar daun *Z. rosea* Lindl. akibat perlakuan kolkisin dengan berbagai konsentrasi, diperoleh rata-rata lebar daun terendah pada perlakuan konsentrasi 0,1 %, yaitu 0,536 cm. Perlakuan konsentrasi 0,075 % memiliki rata-rata lebar daun sebesar 0,558 cm. Perlakuan konsentrasi 0,05 % memiliki rata-rata panjang daun sebesar 0,572 cm. Perlakuan konsentrasi 0 % memiliki rata-rata lebar daun sebesar 0,575 cm. Perlakuan konsentrasi 0,025 % memiliki rata-rata lebar daun terbesar, yaitu 0,581 cm (Gambar 4. 3). Hasil uji Friedman menunjukkan nilai signifikansi data lebar daun akibat konsentrasi kolkisin adalah 0,190 > 0,05 (Lampiran 25) sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan rata-rata pada perlakuan konsentrasi kolkisin terhadap lebar daun *Z. rosea* Lindl. Hal ini berbeda dengan hasil penelitian Niu et. al. (2016) pada jarak pagar (*Jatropha curcas*) yang menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi kolkisin menyebabkan perbedaan nyata dengan kontrol (konsentrasi kolkisin 0 %) terhadap lebar daun. Pada penelitian tersebut, konsentrasi kolkisin 0,1 % menyebabkan peningkatan lebar daun.



Gambar 4. 3 Grafik pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap lebar daun (cm)

Keterangan: K1= konsentrasi kolkisin 0 %, K2= konsentrasi kolkisin 0,025 %, K3= konsentrasi kolkisin 0,05 %, K4= konsentrasi kolkisin 0,075 %, K5= konsentrasi kolkisin 0,1 %.

Tidak adanya pengaruh signifikan perlakuan konsentrasi kolkisin terhadap lebar daun *Z. rosea* pada penelitian ini diduga akibat peristiwa peredaman gen. Efek dari peredaman gen adalah beberapa gen menjadi aktif sedangkan yang lainnya tidak aktif sehingga hanya beberapa fenotip poliploidi saja yang terekspresikan (Adams & Wendel, 2005). Tidak adanya perbedaan signifikan lebar daun tanaman diploid dan poliploid juga terjadi pada *Buddleja lindleyana* (Yan et. al., 2022).

Pada penelitian ini, perlakuan kontrol tidak menyebabkan lebar daun menjadi paling besar atau kecil. Hal yang sama terjadi pada cabai katokkon (*Capsicum annum* L.) akibat perlakuan konsentrasi kolkisin, di mana lebar daun terbesar dan terkecil tidak diakibatkan oleh perlakuan kontrol (konsentrasi kolkisin 0 %) melainkan akibat perlakuan konsentrasi kolkisin 0,025 % untuk lebar daun terbesar dan 0,1 % untuk lebar daun terkecil (Tammu et. al., 2021). Namun hal tersebut dapat diabaikan karena data lebar daun pada penelitian ini tidak berbeda signifikan.

Gambar 4. 3 menunjukkan bahwa luas daun *Z. rosea* akibat pengaruh perlakuan konsentrasi kolkisin cenderung berfluktuasi dari konsentrasi terendah (0 %) ke konsentrasi tertinggi (0,1 %). Thao et. al. (2003) menyatakan bahwa fluktuasi yang terjadi pada data hasil penelitian yang menggunakan kolkisin untuk menginduksi poliploidi disebabkan oleh jumlah ulangan yang kurang banyak sehingga efek dari perlakuan kolkisin berbagai konsentrasi tidak



dapat terkonfirmasi. Pada penelitian tersebut, ulangan yang dilakukan untuk menginduksi poliploidi pada *Alocasia* menggunakan kolkisin dan orizalin adalah sama dengan penelitian ini, yaitu 3 kali. Kecenderungan luas daun yang berfluktuasi akibat perlakuan konsentrasi kolkisin juga terjadi pada cabai katokkon (*Capsicum annum* L.) (Tammu et. al., 2021). Pada penelitian tersebut, luas daun akibat perlakuan konsentrasi kolkisin 0 %, 0,025 %, 0,05 %, 0,075 %, dan 0,1 % secara berurutan adalah 9,47 cm, 10,73 cm, 8,77 cm, dan 8,43 cm.

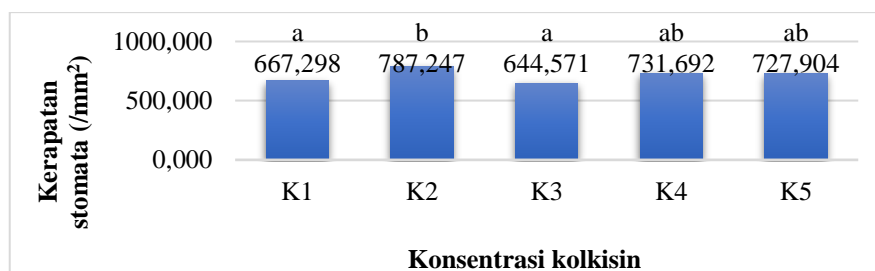
Konsentrasi kolkisin 0,025 % menyebabkan *Z. rosea* L. memiliki lebar daun tertinggi (0,581 cm) di antara semua perlakuan. Lebar daun tertinggi terdapat pada konsentrasi kolkisin 0,025 %, yaitu 0,581 cm dan terendah pada pemberian kolkisin 0,1 %, yaitu 0,536 cm. Hal tersebut diduga disebabkan oleh berbanding lurusnya konsentrasi kolkisin dengan tingkat terjadinya poliploidi. Luas daun yang menurun seiring kenaikan terbentuknya tanaman poliploidi merupakan efek dari perkembangan abnormal dinding sel dan sel-sel poliploid yang sulit memanjang (Ari et. al., 2015 dalam Manzoor et al., 2018). Kolkisin diduga menyebabkan poliploidi dengan cara menyebabkan PPB abnormal. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Kost dan Chua (1999) bahwa sel-sel yang memiliki PBB abnormal akan mengalami penampakan morfologi dan anatomi abnormal. Penurunan lebar daun juga terjadi pada *Pyrus communis* L. poliploid akibat induksi kolkisin (Sun et. al., 2009).

Konsentrasi kolkisin pada penelitian ini belum dapat menginduksi *Z. rosea* poliploid. Hal tersebut disebabkan banyak parameter yang tidak terpengaruhi secara signifikan, salah satunya adalah lebar daun. Hal tersebut sesuai dengan Husband et. al. (2016) dan Parjanto (2017) bahwa tidak terinduksi *Chamerion angustifolium* dan sirsak (*Annona muricata*) poliploid akibat paparan kolkisin.

#### 4.1.4 Pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap kerapatan stomata *Z. rosea* Lindl

Berdasarkan pengamatan terhadap kerapatan stomata *Z. rosea* Lindl. akibat perlakuan kolkisin dengan berbagai konsentrasi, diperoleh rata-rata kerapatan stomata terendah pada perlakuan konsentrasi 0,05 %, yaitu 644,571/mm<sup>2</sup>. Perlakuan konsentrasi 0 % memiliki rata-rata kerapatan stomata sebesar 667,298/mm<sup>2</sup>. Perlakuan konsentrasi 0,1 % memiliki rata-rata kerapatan stomata sebesar 727,904/mm<sup>2</sup>. Perlakuan konsentrasi 0,075 % memiliki rata-rata kerapatan stomata sebesar 731,692/mm<sup>2</sup>. Perlakuan konsentrasi 0,025 % memiliki rata-rata kerapatan stomata terbesar, yaitu 787,247/mm<sup>2</sup> (Gambar 4. 4). Hasil uji *Two-way* ANOVA menunjukkan nilai signifikansi data kerapatan stomata akibat konsentrasi kolkisin adalah  $0,047 < 0,05$  (Lampiran 30) sehingga dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan rata-rata pada perlakuan konsentrasi kolkisin terhadap kerapatan stomata *Z. rosea* Lindl. Hal tersebut sesuai dengan Niu et. al. (2016) yang menunjukkan ada

pengaruh signifikan perlakuan konsentrasi kolkisin dengan kerapatan stomata pada jarak pagar (*Jatropha curcas*).



Gambar 4. 4 Grafik pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap kerapatan stomata

Keterangan: K1= konsentrasi kolkisin 0 %, K2= konsentrasi kolkisin 0,025 %, K3= konsentrasi kolkisin 0,05 %, K4= konsentrasi kolkisin 0,075 %, K5= konsentrasi kolkisin 0,1 %.

Gambar 4. 4 menunjukkan bahwa kerapatan stomata *Z. rosea* akibat pengaruh perlakuan konsentrasi kolkisin cenderung berfluktuasi dari konsentrasi terendah (0 %) ke konsentrasi tertinggi (0,1 %). Terjadinya hal tersebut diduga karena adanya konsentrasi optimum yang dapat menyebabkan poliploidi secara efisien (Eng dan Ho, 2019). Data kerapatan stomata yang berfluktuasi juga terjadi pada *Catsetum pileatum* akibat perlakuan konsentrasi kolkisin (Kazemi dan Kaviani, 2020).

Kerapatan stomata tertinggi terjadi akibat perlakuan konsentrasi kolkisin 0,025 %, yaitu 787,247/mm<sup>2</sup>. Kerapatan stomata terendah terjadi akibat perlakuan konsentrasi kolkisin 0,05 %, yaitu 644,571/mm<sup>2</sup> dan tidak berbeda nyata dengan kontrol. Pada tanaman poliploid, secara umum terjadi penurunan kerapatan stomata dibandingkan dengan kontrol Hal tersebut disebabkan oleh ukuran stomata yang lebih besar pada tumbuhan poliploid (Herawati et. al., 2015). Kerapatan stomata yang tidak menurun pada penelitian

ini disebabkan karena panjang dan lebar stomata tidak dipengaruhi secara signifikan oleh konsentrasi kolkisin (Gambar 4. 5, Gambar 4. 6). Kerapatan stomata yang meningkat pada tanaman poliploid juga terjadi pada *Rhipsalis baccifera* subsp. *Horrida* (Cota-Sánchez & Bomfim-Patricio., 2010).

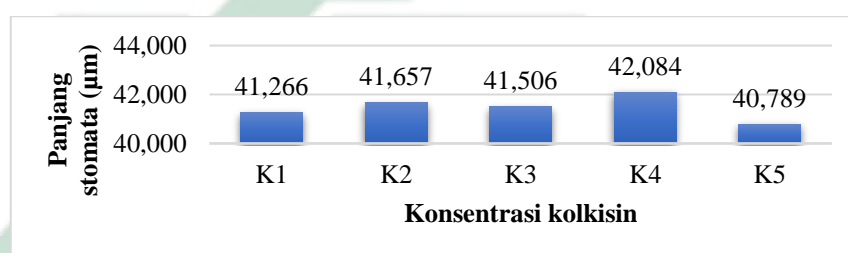
Konsentrasi kolkisin pada penelitian ini belum dapat menginduksi *Z. rosea* poliploid. Hal tersebut disebabkan banyak parameter yang tidak terpengaruhi secara signifikan. Hal tersebut sesuai dengan Husband et. al. (2016) dan Parjanto (2017) bahwa tidak terinduksi *Chamerion angustifolium* dan sirsak (*Annona muricata*) poliploid akibat paparan kolkisin.

#### 4.1.5 Pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap panjang stomata *Z. rosea*

Lindl

Berdasarkan pengamatan terhadap panjang stomata *Z. rosea* Lindl. akibat perlakuan kolkisin dengan berbagai konsentrasi, diperoleh rata-rata panjang stomata terendah pada perlakuan konsentrasi 0,1 %, yaitu 40,789  $\mu\text{m}$ . Perlakuan konsentrasi 0 % memiliki rata-rata panjang stomata sebesar 41,266  $\mu\text{m}$ . Perlakuan konsentrasi 0,05 % memiliki rata-rata panjang stomata sebesar 41,506  $\mu\text{m}$ . Perlakuan konsentrasi 0,025 % memiliki rata-rata panjang stomata sebesar 41,657  $\mu\text{m}$ . Perlakuan konsentrasi 0,075 % memiliki rata-rata panjang stomata terbesar, yaitu 42,084  $\mu\text{m}$  (Gambar 4. 5). Hasil uji Friedman menunjukkan nilai signifikansi data panjang stomata akibat konsentrasi kolkisin adalah  $0,514 > 0,05$

(Lampiran 39) sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan rata-rata pada perlakuan konsentrasi kolkisin terhadap panjang stomata *Z. rosea* Lindl. Hal ini berbeda dengan hasil penelitian Niu et. al. (2016) pada jarak pagar (*Jatropha curcas*) yang menunjukkan bahwa perlakuan konsentrasi kolkisin menyebabkan perbedaan nyata dengan perlakuan kontrol (konsentrasi kolkisin 0 %) terhadap panjang stomata.



Gambar 4. 5 Grafik pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap panjang stomata

Keterangan: K1= konsentrasi kolkisin 0 %, K2= konsentrasi kolkisin 0,025 %, K3= konsentrasi kolkisin 0,05 %, K4= konsentrasi kolkisin 0,075 %, K5= konsentrasi kolkisin 0,1 %.

Hal yang menjadi penyebab tidak adanya pengaruh signifikan perlakuan konsentrasi kolkisin terhadap panjang stomata tanaman poliploid pada penelitian ini diduga adalah peredaman gen. Peredaman gen mengakibatkan beberapa gen menjadi aktif sedangkan yang lainnya tidak aktif sehingga tidak semua fenotip poliploidi terekspresikan (Adams & Wendel, 2005). Hal yang sama terjadi pada cabai katokkon (*Capsicum annuum* L.) poliploid hasil induksi kolkisin yang tidak menunjukkan perbedaan nyata panjang stomata dengan tanaman diploid meskipun karakter poliploidi lainnya terekspresikan (Tammu et. al., 2021).

Gambar 4. 5 menunjukkan bahwa panjang stomata *Z. rosea* akibat pengaruh perlakuan konsentrasi kolkisin cenderung berfluktuasi dari konsentrasi terendah (0 %) ke konsentrasi tertinggi (0,1 %). Peristiwa adanya konsentrasi optimum yang dapat menyebabkan poliploidi secara efisien (Eng dan Ho, 2019) diduga menyebabkan hal tersebut. Data panjang stomata yang berfluktuasi juga terjadi pada *Catsetum pileatum* akibat perlakuan konsentrasi kolkisin (Kazemi dan Kaviani, 2020).

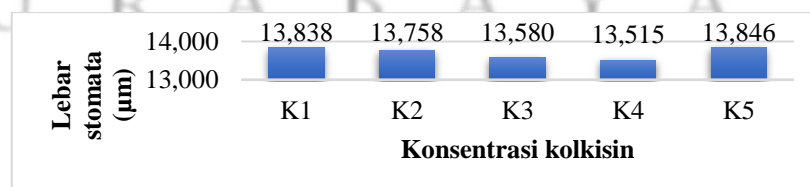
Konsentrasi kolkisin 0,075 % menyebabkan *Z. rosea* L. memiliki panjang stomata tertinggi (42,084  $\mu\text{m}$ ) di antara semua perlakuan sedangkan konsentrasi kolkisin 0,1 % menyebabkan *Z. rosea* L. memiliki panjang stomata terendah (40,789  $\mu\text{m}$ ) di antara semua perlakuan. Hal tersebut dapat disebabkan oleh peristiwa konsentrasi optimum yang dapat menyebabkan poliploidi secara efisien (Eng dan Ho, 2019). Konsentrasi kolkisin 0,075 % diduga merupakan konsentrasi yang optimum bagi *Z. rosea* Lindl. untuk menjadi poliploid dan memiliki stomata yang lebih panjang sehingga pada konsentrasi yang lebih tinggi (0,1 %) terjadi penurunan panjang stomata karena melebihi batas optimum.

Konsentrasi kolkisin pada penelitian ini belum dapat menginduksi *Z. rosea* poliploid. Hal tersebut disebabkan banyak parameter yang tidak terpengaruhi secara signifikan, salah satunya adalah panjang stomata. Hal tersebut sesuai dengan Husband et. al. (2016) dan Parjanto (2017) bahwa tidak terinduksi *Chamerion*

*angustifolium* dan sirsak (*Annona muricata*) poliploid akibat paparan kolkisin.

#### 4.1.6 Pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap lebar stomata *Z. rosea* Lindl

Berdasarkan pengamatan terhadap lebar stomata *Z. rosea* Lindl. akibat perlakuan kolkisin dengan berbagai konsentrasi, diperoleh rata-rata lebar stomata terendah pada perlakuan konsentrasi 0,075 %, yaitu 13,515  $\mu\text{m}$ . Perlakuan konsentrasi 0,05 % memiliki rata-rata lebar stomata sebesar 13,580  $\mu\text{m}$ . Perlakuan konsentrasi 0,025 % memiliki rata-rata lebar stomata sebesar 13,758  $\mu\text{m}$ . Perlakuan konsentrasi 0 % memiliki rata-rata lebar stomata sebesar 13,838  $\mu\text{m}$ . Perlakuan konsentrasi 0,1 % memiliki rata-rata lebar stomata terbesar, yaitu 13,846  $\mu\text{m}$  (Gambar 4. 6). Hasil uji Friedman menunjukkan nilai signifikansi data lebar stomata akibat konsentrasi kolkisin adalah  $0,963 > 0,05$  (Lampiran 47) sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan rata-rata pada perlakuan konsentrasi kolkisin terhadap lebar stomata *Z. rosea* Lindl.



Gambar 4. 6 Grafik pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap lebar stomata

Keterangan: K1= konsentrasi kolkisin 0 %, K2= konsentrasi kolkisin 0,025 %, K3= konsentrasi kolkisin 0,05 %, K4= konsentrasi kolkisin 0,075 %, K5= konsentrasi kolkisin 0,1 %.

Peredaman gen (*Gene silencing*) diduga merupakan penyebab dari tidak terjadi pengaruh signifikan perlakuan



konsentrasi kolkisin terhadap lebar stomata tanaman poliploid pada penelitian ini. Peredaman gen dapat menyebabkan beberapa gen menjadi aktif sedangkan yang lainnya tidak aktif sehingga hanya beberapa fenotip poliploidi saja yang terekspresikan (Adams & Wendel, 2005). Hal yang sama juga terjadi pada *Zingiber officinale* Roscoe cv. 'Fengtou' autopoliploid akibat perlakuan kolkisin yang tidak menunjukkan perbedaan nyata dengan perlakuan kontrol terhadap lebar stomata (Zhou et al., 2020).

Gambar 4. 6 menunjukkan bahwa lebar stomata *Z. rosea* akibat pengaruh perlakuan konsentrasi kolkisin cenderung berfluktuasi dari konsentrasi terendah (0 %) ke konsentrasi tertinggi (0,1 %). Hal tersebut diduga terjadi akibat adanya konsentrasi optimum yang dapat menyebabkan poliploidi secara efisien (Eng dan Ho, 2019). Data lebar stomata yang berfluktuasi juga terjadi pada *Catsetum pileatum* akibat perlakuan konsentrasi kolkisin (Kazemi dan Kaviani, 2020).

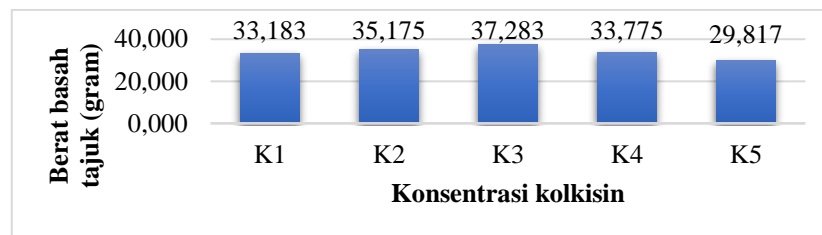
Konsentrasi kolkisin 0,1 % menyebabkan *Z. rosea* L. memiliki lebar stomata tertinggi (13,846  $\mu\text{m}$ ) di antara semua perlakuan sedangkan konsentrasi kolkisin 0,075 % menyebabkan *Z. rosea* L. memiliki lebar stomata terendah (13,515  $\mu\text{m}$ ) di antara semua perlakuan. Konsentrasi kolkisin 0,1 % diduga merupakan konsentrasi yang optimum bagi *Z. rosea* Lindl. untuk menjadi poliploid dan memiliki stomata yang lebih lebar. Hal tersebut sesuai

dengan pernyataan Eng dan Ho (2019), bahwa konsentrasi optimum yang dapat menyebabkan poliploidi secara efisien.

Konsentrasi kolkisin pada penelitian ini belum dapat menginduksi *Z. rosea* poliploid. Hal tersebut disebabkan banyak parameter yang tidak terpengaruhi secara signifikan, salah satunya adalah lebar stomata. Hal tersebut sesuai dengan Husband et. al. (2016) dan Parjanto (2017) bahwa tidak terinduksi *Chamerion angustifolium* dan sirsak (*Annona muricata*) poliploid akibat paparan kolkisin.

#### 4.1.7 Pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap berat basah *Z. rosea* Lindl

Berdasarkan pengamatan terhadap berat basah *Z. rosea* Lindl. akibat perlakuan kolkisin dengan berbagai konsentrasi, diperoleh rata-rata berat basah terendah pada perlakuan konsentrasi 0,1 %, yaitu 29,817 gram. Perlakuan konsentrasi 0 % memiliki rata-rata berat basah sebesar 33,183 gram. Perlakuan konsentrasi 0,075 % memiliki rata-rata berat basah sebesar 33,775 gram. Perlakuan konsentrasi 0,025 % memiliki rata-rata berat basah sebesar 35,175 gram. Perlakuan konsentrasi 0,05 % memiliki rata-rata berat basah terbesar, yaitu 37,283 gram (Gambar 4. 7). Hasil uji Friedman menunjukkan nilai signifikansi data berat basah akibat konsentrasi kolkisin adalah  $0,069 > 0,05$  (Lampiran 54) sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan rata-rata pada perlakuan konsentrasi kolkisin terhadap berat basah *Z. rosea* Lindl.



Gambar 4. 7 Grafik pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap berat basah (gram)

Keterangan: K1= konsentrasi kolkisin 0 %, K2= konsentrasi kolkisin 0,025 %, K3= konsentrasi kolkisin 0,05 %, K4= konsentrasi kolkisin 0,075 %, K5= konsentrasi kolkisin 0,1 %.

*Gene silencing* diduga merupakan penyebab dari tidak adanya pengaruh signifikan perlakuan konsentrasi kolkisin terhadap berat basah tanaman poliploid pada penelitian ini. *Gene silencing* menyebabkan beberapa gen menjadi aktif sedangkan yang lainnya tidak aktif sehingga hanya beberapa fenotip poliploid saja yang terekspresikan (Adams & Wendel, 2005). Hal tersebut sesuai dengan Warmke (1945) bahwa tidak ada perbedaan signifikan kandungan air antara tanaman diploid dan poliploid.

Gambar 4. 7 menunjukkan bahwa berat basah *Z. rosea* akibat pengaruh perlakuan konsentrasi kolkisin cenderung berfluktuasi dari konsentrasi terendah (0 %) ke konsentrasi tertinggi (0,1 %). Penyebab dari hal itu diduga adalah adanya konsentrasi optimum yang dapat menyebabkan poliploid secara efisien (Eng dan Ho, 2019). Data berat basah yang berfluktuasi juga terjadi pada *Catasetum pileatum* akibat perlakuan konsentrasi kolkisin (Kazemi dan Kaviani, 2020).

Berat basah tertinggi terdapat pada konsentrasi kolkisin 0,075 %, yaitu 37,775 gram dan terendah pada konsentrasi kolkisin 0,1 %,

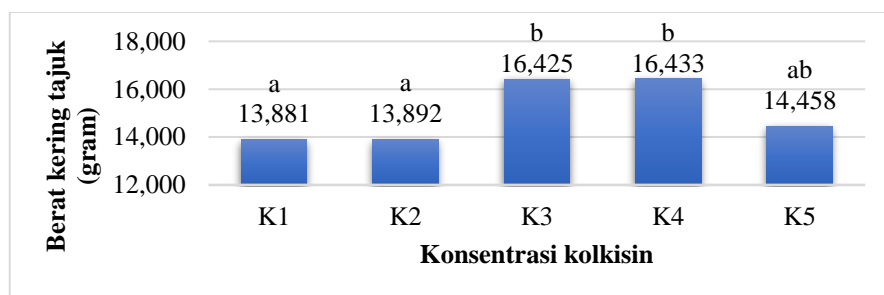
yaitu 29,817 gram. Setiap spesies tanaman memiliki batas toleransi kolkisin optimal yang berbeda-beda. Pada penelitian ini, konsentrasi 0,075 % merupakan konsentrasi kolkisin yang paling optimal untuk menyebabkan tanaman poliploid jika dilihat dari karakter berat basah. Peningkatan berat basah terjadi pada *Dracocephalum moldavica* dengan konsentrasi 0,1 % sebagai konsentrasi yang paling optimal menyebabkan poliploidi dibandingkan dengan konsentrasi yang lebih tinggi (Omidbaigi et al., 2010).

Konsentrasi kolkisin pada penelitian ini belum dapat menginduksi *Z. rosea* poliploid. Hal tersebut disebabkan banyak parameter yang tidak terpengaruh secara signifikan, salah satunya adalah berat basah. Hal tersebut sesuai dengan Husband et. al. (2016) dan Parjanto (2017) bahwa tidak terinduksi *Chamerion angustifolium* dan sirsak (*Annona muricata*) poliploid akibat paparan kolkisin.

#### 4.1.8 Pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap berat kering *Z. rosea* Lindl

Berdasarkan pengamatan terhadap berat kering *Z. rosea* Lindl. akibat perlakuan kolkisin dengan berbagai konsentrasi, diperoleh rata-rata berat kering terendah pada perlakuan konsentrasi 0 %, yaitu 13,881 gram. Perlakuan konsentrasi 0,025 % memiliki rata-rata berat kering sebesar 13,892 gram. Perlakuan konsentrasi 0,1 % memiliki rata-rata berat kering sebesar 14,458 gram. Perlakuan konsentrasi 0,05 % memiliki rata-rata berat kering sebesar 16,425 gram. Perlakuan konsentrasi 0,075 % memiliki rata-

rata berat kering terbesar, yaitu 16,433 gram (Gambar 4. 8). Hasil uji *Two-way* ANOVA menunjukkan nilai signifikansi data berat kering akibat konsentrasi kolkisin adalah  $0,017 < 0,05$  (Lampiran 59) sehingga dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan rata-rata pada perlakuan konsentrasi kolkisin terhadap berat kering *Z. rosea* Lindl.



Gambar 4. 8 Grafik pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap berat kering (gram)

Keterangan: K1= konsentrasi kolkisin 0 %, K2= konsentrasi kolkisin 0,025 %, K3= konsentrasi kolkisin 0,05 %, K4= konsentrasi kolkisin 0,075 %, K5= konsentrasi kolkisin 0,1 %.

Pada tumbuhan poliploid, peristiwa terekspesinya beberapa karakter poliploidi tetapi fenotip lain yang juga karakter poliploidi tidak terekspresi merupakan hal yang umum. Hal tersebut dapat disebabkan oleh peredaman gen (*Gene silencing*) (Adams dan Wendel, 2005; Pikaard, 2001). Peredaman gen adalah peristiwa pencegahan ekspresi gen oleh sejumlah proses regulasi gen (Ma XinRong et. al., 2017). Peredaman gen dibagi menjadi dua jenis berdasarkan mekanismenya, yaitu peredaman gen transkripsional dan pascatranskripsional. Peredaman gen transkripsional terjadi akibat metilasi DNA atau modifikasi histon sedangkan peredaman gen pascatranskripsional terjadi akibat interferensi RNA (Fuks, 2005; Meister dan Tuschl, 2004). Perubahan pola metilasi DNA pada satu faktor transkripsi dapat mengubah ekspresi dari gen-gen

lain sehingga semakin meningkatnya metilasi DNA maka banyak gen yang tidak terekspresikan (del Pozo and Ramirez-Parra, 2015 dalam Marfil et. al., 2018). Peningkatan metilasi DNA pada tanaman autopoliploid telah banyak dilaporkan (Lavania et. al., 2012; Sharma et. al., 2018). Oleh karena itu, munculnya sifat poliploid pada berat kering sedangkan karakter lainnya tidak menunjukkan sifat poliploid diduga terjadi akibat terjadinya peredaman gen pada *Z. rosea* Lindl poliploid akibat induksi kolkisin pada penelitian ini. Hal tersebut sesuai Shahriari-Ahmadi et al (2008), bahwa induksi *Hyoscyamus muticus* L. poliploid menggunakan kolkisin menyebabkan berat kering meningkat signifikan tetapi karakter lainnya tidak menunjukkan sifat poliploid.

Gambar 4. 8 menunjukkan bahwa berat kering *Z. rosea* akibat pengaruh perlakuan konsentrasi kolkisin cenderung berfluktuasi dari konsentrasi terendah (0 %) ke konsentrasi tertinggi (0,1 %). Hal tersebut diduga terjadi karena adanya konsentrasi optimum yang dapat menyebabkan poliploid secara efisien (Eng dan Ho, 2019). Data berat kering yang berfluktuasi juga terjadi pada *Catsetum pileatum* akibat perlakuan konsentrasi kolkisin (Kazemi dan Kaviani, 2020).

Berat kering tertinggi terjadi akibat perlakuan konsentrasi kolkisin 0,075 %, yaitu 16,433 gram. Sedangkan berat kering terendah terjadi akibat perlakuan konsentrasi kolkisin 0 %, yaitu 13,881 gram. Peningkatan berat kering pada tanaman poliploid

dibandingkan tanaman diploid dapat terjadi karena peningkatan protein. Penelitian Bagheri & Mansouri (2015) pada *Cannabis sativa* L. yang diinduksi kolkisin menunjukkan bahwa *Cannabis sativa* L. poliploid memiliki total protein yang meningkat signifikan dibandingkan kontrol.

Konsentrasi kolkisin pada penelitian ini belum dapat menginduksi *Z. rosea* poliploid. Hal tersebut disebabkan banyak parameter yang tidak terpengaruhi secara signifikan. Hal tersebut sesuai dengan Husband et. al. (2016) dan Parjanto (2017) bahwa tidak terinduksi *Chamerion angustifolium* dan sirsak (*Annona muricata*) poliploid akibat paparan kolkisin.

#### 4.1.9 Pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap warna bunga *Z. rosea* Lindl

Pada penelitian ini, konsentrasi kolkisin mempengaruhi warna bunga. Konsentrasi kolkisin 0,025 % menyebabkan warna bunga menjadi pink dengan corak putih. Konsentrasi kolkisin 0,05 % menyebabkan warna bunga menjadi orange-kuning pucat (Gambar 4. 9). Perubahan warna bunga akibat perlakuan kolkisin juga terjadi pada bunga berwarna kuning dari genus *Cyclamen* (Cornea-Cipcigan dan Pamfil, 2019). Pada penelitian tersebut, kolkisin menyebabkan merubah warna bunga dengan cara meningkatkan pigmentasi.





Gambar 4. 9 Pengaruh konsentrasi kolkisin terhadap warna bunga *Z. rosea* Lindl.

Keterangan: a= konsentrasi kolkisin 0 %, b= konsentrasi kolkisin 0,025 %, c= konsentrasi kolkisin 0,05 %, d= konsentrasi kolkisin 0,075 %, e= konsentrasi kolkisin 0,1 %.

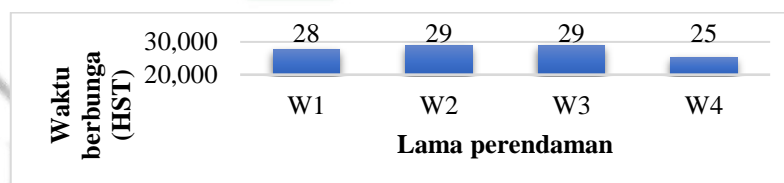
Perubahan warna bunga pink tua menjadi orange-kuning pudat pada penelitian ini diduga terjadi akibat perubahan metabolisme pigmen warna. Berdasarkan penelitian (Bagheri dan Mansouri, 2015), kolkisin menyebabkan peningkatan flavonoid tetapi menurunkan antosianin. Antosianin merupakan golongan pigmen flavonoid yang berperan dalam ekspresi warna merah ke ungu pada bunga dan buah-buahan (Buchert et. al., 2005 dalam Bagheri dan Mansouri, 2015). Perubahan warna bunga pada tumbuhan poliploid juga terjadi pada *Picotee azalea* (Schepper, 2001).

Konsentrasi kolkisin pada penelitian ini belum dapat menginduksi *Z. rosea* poliploid. Hal tersebut disebabkan banyak parameter yang tidak terpengaruh secara signifikan, salah satunya adalah warna bunga. Hal tersebut sesuai dengan Husband et. al. (2016) dan Parjanto (2017) bahwa tidak terinduksi *Chamerion angustifolium* dan sirsak (*Annona muricata*) poliploid akibat paparan kolkisin.

#### 4.2 Pengaruh lama perendaman kolkisin terhadap karakter poliploidi pada *Z. rosea* Lindl

#### 4.2.1 Pengaruh lama perendaman terhadap waktu berbunga *Z. rosea* Lindl.

Berdasarkan pengamatan terhadap waktu berbunga *Z. rosea* Lindl. akibat perlakuan lama perendaman, diperoleh rata-rata waktu berbunga tercepat pada perlakuan lama perendaman 24 jam, yaitu 25 HST. Perlakuan lama perendaman 6 jam memiliki rata-rata waktu berbunga 28 HST. Perlakuan lama perendaman 12 jam dan 18 jam memiliki rata-rata waktu berbunga terlama, yaitu 29 HST (Gambar 4. 10). Hasil uji Friedman menunjukkan nilai signifikansi data waktu berbunga akibat lama perendaman adalah  $0,860 > 0,05$  (Lampiran 7) sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terdapat perbedaan rata-rata pada perlakuan lama perendaman terhadap waktu berbunga *Z. rosea* Lindl. Hal ini berbeda dengan Gantait et. al. (2011) yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh nyata antara perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap waktu berbunga *Gerbera jamesonii* Bolus cv. Scella poliploid.



Gambar 4. 10 Grafik pengaruh lama perendaman terhadap waktu berbunga (HST)

Keterangan: W1= Lama perendaman 6 jam, W2= Lama perendaman 12 jam, W3= Lama perendaman 18 jam, W4= Lama perendaman 24 jam.

Lama perendaman yang belum sesuai dengan kebutuhan *Z. rosea* untuk menghasilkan tanaman poliploid secara maksimal diduga menjadi penyebab tidak adanya pengaruh signifikan lama perendaman terhadap waktu berbunga. Hal tersebut sesuai dengan

pernyataan Zuyasna et. al. (2021) bahwa lama perendaman kolkisin yang belum sesuai untuk tanaman nilam menyebabkan tidak adanya perubahan signifikan pada parameter poliploid yang diamati. Lama perendaman yang terlalu singkat menyebabkan penyerapan kolkisin tidak terdistribusi secara merata ke beberapa jaringan tanaman sedangkan apabila durasi perendaman terlalu lama menyebabkan kolkisin yang masuk ke dalam sel terlalu banyak kemudian dapat menyebabkan sel stress atau lisis sehingga menghasilkan fenotip yang tidak normal atau bahkan mati (Mo et al., 2020 dalam Iftitah, 2023).

Gambar 4. 10 menunjukkan bahwa waktu berbunga *Z. rosea* akibat pengaruh perlakuan lama perendamaan kolkisin cenderung berfluktuasi dari lama perendamaan tercepat (6 jam) ke lama perendamaan terlama (24 jam). Hal tersebut diduga terjadi karena adanya lama perendaman optimum yang dapat menyebabkan poliploid secara efisien (Suryo, 2007). Data waktu berbunga yang berfluktuasi juga terjadi pada *Catasetum pileatum* akibat perlakuan lama perendaman kolkisin (Kazemi dan Kaviani, 2020).

Lama perendaman 24 jam menyebabkan waktu berbunga tercepat, yaitu 24 HST sedangkan waktu berbunga terlama terjadi akibat perlakuan lama perendaman 12 dan 18 jam. Waktu berbunga tanaman poliploid secara umum lebih lambat dibandingkan dengan diploidnya karena mengalami kecepatan tumbuh yang lebih lambat. Tiga keadaan yang mengakibatkan hal tersebut yaitu berkurangnya

kecepatan sel dalam membelah, hormon pertumbuhan yang lebih sedikit, dan aktivitas metabolik yang lebih lambat (Eigsti, 1947; Avery & Pottorf, 1945; Larsen & Mintung, 1950 dalam Joshi & Verma, 2004). Namun beberapa penelitian melaporkan bahwa tanaman poliploid mengalami waktu berbunga yang lebih cepat dibandingkan dengan diploidnya, seperti pada tanaman pacar air (*Impatiens balsamina*) (Wiendra et. al., 2011).

*Gene silencing* diduga menjadi pemicu peristiwa perbedaan karakter waktu berbunga tanaman poliploid antar spesies. Hal tersebut didukung oleh pernyataan Chia et. al. (2020), bahwa fenotip yang muncul akibat poliploidi berbeda tergantung jenis spesies. Mekanisme perbedaan fenotip tersebut dapat dijelaskan oleh keadaan di mana ada beberapa macam gen pengatur waktu berbunga yang mengatur cepat-lambatnya waktu berbunga. Pada *Arabidopsis thaliana*, *flowering locus C* (FLC) adalah gen pengatur waktu berbunga dan menyebabkan waktu berbunga melambat apabila terdapat salinan yang lebih banyak dari alel yang menyebabkan waktu berbunga melambat dari gen tersebut sehingga spesies tanaman dari genus *Brassica* yang berkerabat dengan *A. thaliana* melalui evolusi divergen mengalami variasi waktu berbunga yang salah satunya adalah waktu berbunga lebih lambat akibat kondisi poliploidnya, yaitu memiliki salinan gen FLC yang lebih banyak dibandingkan dengan *A. thaliana* (Osborn, 2004). Selain FLC, gen FLY merupakan salah satu pengatur waktu berbunga pada *A.*

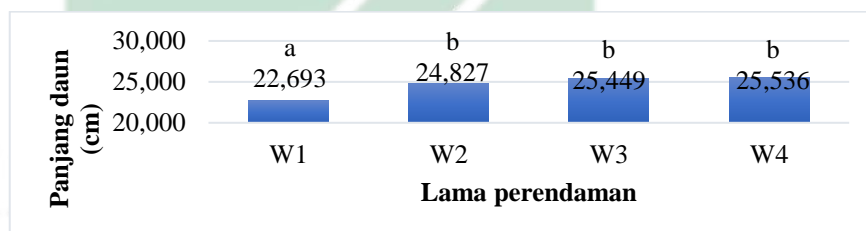
*thaliana* yang cara kerjanya berlawanan dengan FLC, yaitu apabila terjadi ekspresi yang berlebihan dari gen tersebut maka akan terjadi waktu berbunga yang lebih cepat (Weigel & Nilsson, 1995). Oleh karena itu, waktu berbunga yang lebih cepat akibat perlakuan lama perendaman terlama (24 jam) pada penelitian ini diduga terjadi akibat poliploidi. Perlakuan lama perendaman kolkisin terlama (20 jam) pada kacang hijau (*Phaseolus radiatus*) juga menyebabkan waktu berbunga lebih cepat (Fathurrahman, 2019). Pada penelitian tersebut, perlakuan lama perendaman terlama (Perlakuan 4= 20 jam) menyebabkan waktu berbunga lebih cepat 1,25 HST dibandingkan dengan perlakuan lama perendaman 5 jam (perlakuan 1), 1,91 HST lebih cepat dibandingkan lama perendaman 10 jam (Perlakuan 2), dan 1,63 HST lebih cepat dibandingkan lama perendaman 15 jam (Perlakuan 3).

Lama perendaman kolkisin pada penelitian ini belum dapat menginduksi *Z. rosea* poliploid. Hal tersebut disebabkan banyak parameter yang tidak terpengaruhi secara signifikan, salah satunya adalah waktu berbunga. Hal tersebut sesuai dengan Husband et. al. (2016) dan Parjanto (2017) bahwa tidak terinduksi *Chamerion angustifolium* dan sirsak (*Annona muricata*) poliploid akibat paparan kolkisin.

#### 4.2.2 Pengaruh lama perendaman terhadap panjang daun *Z. rosea* Lindl.

Berdasarkan pengamatan terhadap panjang daun *Z. rosea* Lindl. akibat perlakuan lama perendaman, diperoleh rata-rata

panjang daun terendah pada perlakuan lama perendaman 6 jam, yaitu 22,693 cm. Perlakuan lama perendaman 12 jam memiliki rata-rata panjang daun sebesar 24,827 cm. Perlakuan lama perendaman memiliki rata-rata panjang daun sebesar 25,449 cm. Perlakuan lama perendaman 24 jam memiliki rata-rata panjang daun terbesar, yaitu 25,536 cm (Gambar 4. 11). Hasil uji Friedman menunjukkan nilai signifikansi data panjang daun akibat lama perendaman adalah  $0,002 < 0,05$  (Lampiran 16) sehingga dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan rata-rata pada perlakuan lama perendaman terhadap panjang daun *Z. rosea* Lindl. Hal tersebut berbeda dengan Kazemi dan Kaviani (2020) yang menyatakan bahwa tidak terdapat pengaruh nyata antara perlakuan lama perendaman terhadap panjang daun *Catasetum pileatum* Rchb poliploid.



Gambar 4. 11 Grafik pengaruh lama perendaman terhadap panjang daun (cm)

Keterangan: W1= Lama perendaman 6 jam, W2= Lama perendaman 12 jam, W3= Lama perendaman 18 jam, W4= Lama perendaman 24 jam. Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan ada perbedaan signifikan (*p-value* uji Bonferroni  $< 0,05$ )

Perbedaan pengaruh lama perendaman terhadap panjang daun pada tanaman poliploid diduga terjadi akibat perbedaan waktu paparan kolkisin yang optimum pada spesies yang berbeda. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Zuyasna et. al. (2021) bahwa

lama perendaman kolkisin yang belum sesuai untuk tanaman nilam menyebabkan tidak adanya perubahan signifikan pada parameter poliploidi yang diamati. Lama perendaman yang terlalu singkat menyebabkan penyerapan kolkisin tidak terdistribusi secara merata ke beberapa jaringan tanaman sedangkan apabila durasi perendaman terlalu lama menyebabkan kolkisin yang masuk ke dalam sel terlalu banyak kemudian dapat menyebabkan sel stress atau lisis sehingga menghasilkan fenotip yang tidak normal atau bahkan mati (Mo et al., 2020 dalam Ifitah, 2023).

Gambar 4. 11 menunjukkan bahwa panjang daun *Z. rosea* akibat pengaruh perlakuan lama perendamaan kolkisin cenderung berfluktuasi dari lama perendamaan tercepat (6 jam) ke lama perendamaan terlama (24 jam). Hal tersebut diduga terjadi karena adanya lama perendaman optimum yang dapat menyebabkan poliploidi secara efisien (Suryo, 2007). Data panjang daun yang berfluktuasi juga terjadi pada *Catasetum pileatum* akibat perlakuan lama perendaman kolkisin (Kazemi dan Kaviani, 2020).

Lama perendaman 24 jam menghasilkan panjang daun tertinggi, yaitu 25,536 cm. Namun tidak terdapat perbedaan nyata panjang daun akibat perlakuan lama perendaman 12 jam, 18 jam, dan 24 jam (Gambar 4. 11). Perlakuan lama perendaman 12 jam menyebabkan peningkatan panjang daun sebesar 2,134 cm dibandingkan dengan perlakuan lama perendaman terendah (6 jam) dan uji *post-hoc* Bonferroni menunjukkan bahwa ada perbedaan



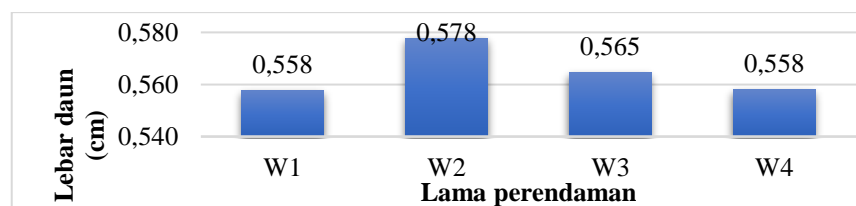
nyata antara kedua perlakuan tersebut, yaitu diketahui dari *P-value*  $0,34 < 0,05$  (Lampiran 17). Oleh karena itu, pada penelitian ini perlakuan lama perendaman 12 jam merupakan waktu paparan kolkisin yang optimal bagi induksi poliploidi pada *Z. rosea* menggunakan organ akar. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Kazemi dan Kaviani (2020) pada *C. pileatum* bahwa paparan kolkisin yang relatif lama (24-72 jam) mengakibatkan tidak adanya pengaruh signifikan pada panjang daun.

Lama perendaman kolkisin pada penelitian ini belum dapat menginduksi *Z. rosea* poliploid. Hal tersebut disebabkan banyak parameter yang tidak terpengaruhi secara signifikan. Hal tersebut sesuai dengan Husband et. al. (2016) dan Parjanto (2017) bahwa tidak terinduksi *Chamerion angustifolium* dan sirsak (*Annona muricata*) poliploid akibat paparan kolkisin.

#### 4.2.3 Pengaruh lama perendaman terhadap lebar daun *Z. rosea* Lindl.

Berdasarkan pengamatan terhadap lebar daun *Z. rosea* Lindl. akibat perlakuan lama perendaman, diperoleh rata-rata lebar daun terendah pada perlakuan lama perendaman 6 jam dan 24 jam, yaitu 0,558 cm. Perlakuan lama perendaman 18 jam memiliki rata-rata lebar daun sebesar 0,565 cm. Perlakuan lama perendaman 12 jam memiliki rata-rata lebar daun terbesar, yaitu 0,578 cm (Gambar 4.12). Hasil uji Friedman menunjukkan nilai signifikansi data lebar daun akibat lama perendaman adalah  $0,600 > 0,05$  (Lampiran 26) sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan rata-rata

pada perlakuan lama perendaman terhadap lebar daun *Z. rosea* Lindl.



Gambar 4. 12 Grafik pengaruh lama perendaman terhadap lebar daun (cm)

Keterangan: W1= Lama perendaman 6 jam, W2= Lama perendaman 12 jam, W3= Lama perendaman 18 jam, W4= Lama perendaman 24 jam.

Belum sesuainya lama perendaman dengan kebutuhan *Z. rosea* untuk menghasilkan tanaman poliploid secara maksimal diduga menjadi penyebab tidak adanya pengaruh signifikan lama perendaman terhadap lebar daun. Zuyasna et. al. (2021) menyatakan bahwa lama perendaman kolkisin yang belum sesuai untuk tanaman nilam menyebabkan tidak adanya perubahan signifikan pada parameter poliploidi yang diamati. Apabila lama perendaman terlalu singkat maka penyerapan kolkisin tidak terdistribusi secara merata ke beberapa jaringan tanaman sedangkan apabila durasi perendaman terlalu lama menyebabkan kolkisin yang masuk ke dalam sel terlalu banyak kemudian dapat menyebabkan sel stress atau lisis sehingga menghasilkan fenotip yang tidak normal atau bahkan mati (Mo et al., 2020 dalam Ifitah, 2023).

Gambar 4. 12 menunjukkan bahwa lebar daun *Z. rosea* akibat pengaruh perlakuan lama perendamaan kolkisin cenderung berfluktuasi dari lama perendamaan tercepat (6 jam) ke lama perendamaan terlama (24 jam). Hal tersebut diduga terjadi karena

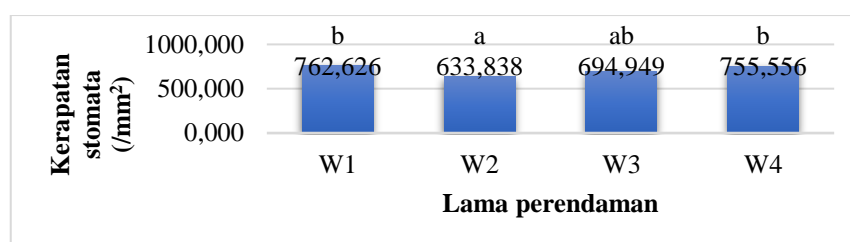
adanya lama perendaman optimum yang dapat menyebabkan poliploidi secara efisien (Suryo, 2007). Data lebar daun yang berfluktuasi juga terjadi pada *Catsetum pileatum* akibat perlakuan lama perendaman kolkisin (Kazemi dan Kaviani, 2020).

Lama perendaman 18 jam menghasilkan lebar daun tertinggi, yaitu 0,578 cm sedangkan lama perendaman 6 jam dan 24 jam menghasilkan lebar stomata terendah, yaitu 0,558 cm. Secara umum tanaman poliploid memiliki lebar daun lebih besar (Rahayu et. al., 2015). Hal tersebut disebabkan oleh peristiwa gigantisme pada tanaman poliploid (Joshi & Verma, 2004). Pada penelitian ini, walaupun bukan merupakan perlakuan lama perendaman terlama tetapi lama perendaman 18 jam menghasilkan lebar daun terbesar. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa perlakuan lama perendaman 18 jam merupakan waktu paparan yang paling optimal dalam meningkatkan lebar daun *Z. rosea* poliploid pada penelitian ini.

Lama perendaman kolkisin pada penelitian ini belum dapat menginduksi *Z. rosea* poliploid. Hal tersebut disebabkan banyak parameter yang tidak terpengaruhi secara signifikan, salah satunya adalah lebar daun. Hal tersebut sesuai dengan Husband et. al. (2016) dan Parjanto (2017) bahwa tidak terinduksi *Chamerion angustifolium* dan sirsak (*Annona muricata*) poliploid akibat paparan kolkisin.

#### 4.2.4 Pengaruh lama perendaman terhadap kerapatan stomata *Z. rosea* Lindl.

Berdasarkan pengamatan terhadap kerapatan stomata *Z. rosea* Lindl. akibat perlakuan lama perendaman, diperoleh rata-rata kerapatan stomata terendah pada perlakuan lama perendaman 12 jam, yaitu 633,838/mm<sup>2</sup>. Perlakuan lama perendaman 18 jam memiliki rata-rata kerapatan stomata sebesar 694,949/mm<sup>2</sup>. Perlakuan lama perendaman 24 jam memiliki rata-rata kerapatan stomata sebesar 755,556/mm<sup>2</sup>. Perlakuan lama perendaman 6 jam memiliki rata-rata kerapatan stomata terbesar, yaitu 762,626/mm<sup>2</sup> (Gambar 4. 13). Hasil uji *Two-way* ANOVA menunjukkan nilai signifikansi data kerapatan stomata akibat lama perendaman adalah  $0,019 < 0,05$  (Lampiran 30) sehingga dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan rata-rata pada perlakuan lama perendaman terhadap kerapatan stomata *Z. rosea* Lindl. Hal tersebut sesuai dengan Kazemi dan Kaviani (2020) yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh nyata antara perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap kerapatan stomata *Catasetum pileatum* Rchb poliploid.



Gambar 4. 13 Grafik pengaruh lama perendaman terhadap kerapatan stomata

Keterangan: W1= Lama perendaman 6 jam, W2= Lama perendaman 12 jam, W3= Lama perendaman 18 jam, W4= Lama perendaman 24 jam. Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan ada perbedaan signifikan berdasarkan uji DMRT.

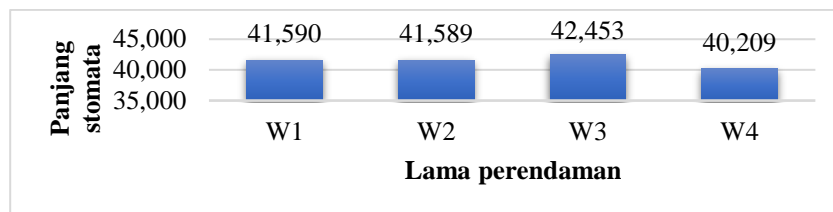
Gambar 4. 13 menunjukkan bahwa kerapatan stomata *Z. rosea* akibat pengaruh perlakuan lama perendamaan kolkisin cenderung berfluktuasi dari lama perendamaan tercepat (6 jam) ke lama perendamaan terlama (24 jam). Hal tersebut diduga terjadi karena adanya lama perendaman optimum yang dapat menyebabkan poliploidi secara efisien (Suryo, 2007). Data kerapatan stomata yang berfluktuasi juga terjadi pada *Catsetum pileatum* akibat perlakuan lama perendaman kolkisin (Kazemi dan Kaviani, 2020).

Kerapatan stomata tertinggi terjadi akibat perlakuan lama perendaman 6 jam, yaitu  $762,626/\text{mm}^2$ . Kerapatan stomata terendah terjadi akibat perlakuan lama perendaman 12 jam, yaitu  $633,838/\text{mm}^2$ . Perlakuan lama perendaman 6 jam tidak berbeda nyata dengan perlakuan lama perendaman 18 jam dan 24 jam. Perlakuan lama perendaman 6 jam berbeda nyata dengan perlakuan lama perendaman 12 jam, diketahui dari uji *post-hoc* DMRT (Lampiran 32). Secara umum tanaman poliploid memiliki kerapatan stomata yang rendah. Hal tersebut disebabkan oleh meningkatnya ukuran stomata. Oleh karena itu, pada penelitian ini dapat diketahui bahwa perlakuan lama perendaman 12 jam merupakan waktu paparan kolkisin yang optimal dalam menginduksi *Z. rosea* poliploid.

Lama perendaman kolkisin pada penelitian ini belum dapat menginduksi *Z. rosea* poliploid. Hal tersebut disebabkan banyak parameter yang tidak terpengaruhi secara signifikan. Hal tersebut sesuai dengan Husband et. al. (2016) dan Parjanto (2017) bahwa tidak terinduksi *Chamerion angustifolium* dan sirsak (*Annona muricata*) poliploid akibat paparan kolkisin.

#### 4.2.5 Pengaruh lama perendaman terhadap panjang stomata *Z. rosea* Lindl.

Berdasarkan pengamatan terhadap panjang stomata *Z. rosea* Lindl. akibat perlakuan lama perendaman, diperoleh rata-rata panjang stomata terendah pada perlakuan lama perendaman 24 jam, yaitu 40,209  $\mu\text{m}$ . Perlakuan lama perendaman 12 jam memiliki rata-rata panjang stomata sebesar 41,589  $\mu\text{m}$ . Perlakuan lama perendaman 6 jam memiliki rata-rata panjang stomata sebesar 41,590  $\mu\text{m}$ . Perlakuan lama perendaman 18 jam memiliki rata-rata panjang stomata terbesar, yaitu 42,453  $\mu\text{m}$  (Gambar 4. 14). Hasil uji Friedman menunjukkan nilai signifikansi data panjang stomata akibat lama perendaman adalah  $0,106 > 0,05$  (Lampiran 40) sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan rata-rata pada perlakuan lama perendaman terhadap panjang stomata *Z. rosea* Lindl. Hal tersebut berbeda dengan Kazemi dan Kaviani (2020) yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh nyata antara perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap panjang stomata *Catsetum pileatum* Rchb poliploid.



Gambar 4. 14 Grafik pengaruh lama perendaman terhadap panjang stomata

Keterangan: W1= Lama perendaman 6 jam, W2= Lama perendaman 12 jam, W3= Lama perendaman 18 jam, W4= Lama perendaman 24 jam.

Lama perendaman yang belum sesuai dengan yang dibutuhkan oleh *Z. rosea* untuk menghasilkan tanaman poliploid secara maksimal diduga menjadi penyebab tidak adanya pengaruh signifikan lama perendaman terhadap panjang stomata. Hal tersebut sesuai dengan Zuyasna et. al. (2021) yang menyatakan bahwa lama perendaman kolkisin yang belum sesuai untuk tanaman nilam menyebabkan tidak adanya perubahan signifikan pada parameter poliploidi yang diamati. Lama perendaman yang terlalu singkat dapat mengakibatkan penyerapan kolkisin tidak terdistribusi secara merata ke beberapa jaringan tanaman sedangkan apabila lama perendaman terlalu lama dapat menyebabkan kolkisin yang masuk ke dalam sel terlalu banyak sehingga menyebabkan sel stress atau lisis sehingga menghasilkan fenotip yang tidak normal atau bahkan mati (Mo et al., 2020 dalam Ifitah, 2023).

Gambar 4. 14 menunjukkan bahwa panjang stomata *Z. rosea* akibat pengaruh perlakuan lama perendamaan kolkisin cenderung berfluktuasi dari lama perendamaan tercepat (6 jam) ke lama perendamaan terlama (24 jam). Hal tersebut diduga terjadi karena adanya lama perendaman optimum yang dapat menyebabkan



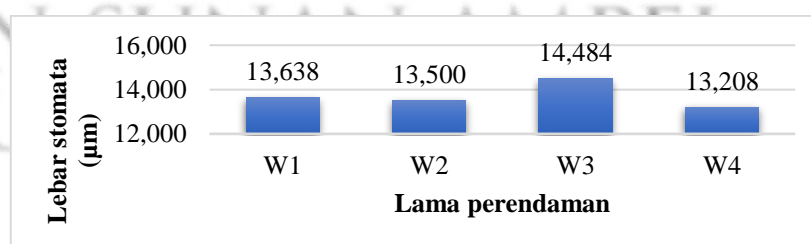
poliploidi secara efisien (Suryo, 2007). Data panjang stomata yang berfluktuasi juga terjadi pada *Catsetum pileatum* akibat perlakuan lama perendaman kolkisin (Kazemi dan Kaviani, 2020).

Lama perendaman 18 jam menghasilkan panjang stomata tertinggi, yaitu 42,453  $\mu\text{m}$  sedangkan lama perendaman 24 jam menghasilkan panjang stomata terendah, yaitu 40,209  $\mu\text{m}$ . Secara umum tanaman poliploid memiliki panjang stomata lebih besar (Rahayu et. al., 2015). Hal tersebut disebabkan oleh peristiwa gigantisme pada tanaman poliploid (Joshi & Verma, 2004). Pada penelitian ini, walaupun bukan merupakan perlakuan lama perendaman terlama tetapi lama perendaman 18 jam menghasilkan panjang stomata terbesar. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa perlakuan lama perendaman 18 jam merupakan waktu paparan yang paling optimal dalam meningkatkan panjang stomata *Z. rosea* poliploid pada organ akar pada penelitian ini.

Lama perendaman kolkisin pada penelitian ini belum dapat menginduksi *Z. rosea* poliploid. Hal tersebut disebabkan banyak parameter yang tidak terpengaruhi secara signifikan, salah satunya adalah panjang stomata. Hal tersebut sesuai dengan Husband et. al. (2016) dan Parjanto (2017) bahwa tidak terinduksi *Chamerion angustifolium* dan sirsak (*Annona muricata*) poliploid akibat paparan kolkisin.

#### 4.2.6 Pengaruh lama perendaman terhadap lebar stomata *Z. rosea* Lindl.

Berdasarkan pengamatan terhadap lebar stomata *Z. rosea* Lindl. akibat perlakuan lama perendaman, diperoleh rata-rata lebar stomata terendah pada perlakuan lama perendaman 24 jam, yaitu 13,208  $\mu\text{m}$ . Perlakuan lama perendaman 12 jam memiliki rata-rata lebar stomata sebesar 13,500  $\mu\text{m}$ . Perlakuan lama perendaman 6 jam memiliki rata-rata lebar stomata sebesar 13,638  $\mu\text{m}$ . Perlakuan lama perendaman 18 jam memiliki rata-rata lebar stomata terbesar, yaitu 14,484  $\mu\text{m}$  (Gambar 4. 15). Hasil uji Friedman menunjukkan nilai signifikansi data lebar stomata akibat lama perendaman adalah  $0,430 > 0,05$  (Lampiran 48) sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan rata-rata pada perlakuan lama perendaman terhadap lebar stomata *Z. rosea* Lindl. Hal tersebut berbeda dengan Kazemi dan Kaviani (2020) yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh nyata antara perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap lebar stomata *Catasetum pileatum* Rchb poliploid.



Gambar 4. 15 Grafik pengaruh lama perendaman terhadap lebar stomata

Keterangan: W1= Lama perendaman 6 jam, W2= Lama perendaman 12 jam,  
W3= Lama perendaman 18 jam, W4= Lama perendaman 24 jam.

Lama perendaman yang belum sesuai dengan kebutuhan *Z. rosea* untuk menginduksi poliploid secara maksimal diduga menjadi penyebab tidak adanya pengaruh signifikan lama perendaman

terhadap lebar stomata. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Zuyasna et. al. (2021) bahwa lama perendaman kolkisin yang belum sesuai pada tanaman nilam menyebabkan tidak terjadi perubahan signifikan pada parameter poliploidi yang diamati. Lama perendaman yang terlalu singkat menyebabkan penyerapan kolkisin tidak menyebar secara merata ke beberapa jaringan tanaman sedangkan jika lama perendaman terlalu lama pun dapat menyebabkan kolkisin yang masuk ke dalam sel terlalu banyak kemudian dapat menyebabkan sel stress atau lisis sehingga menghasilkan fenotip yang tidak normal atau bahkan mati (Mo et al., 2020 dalam Ifitah, 2023).

Gambar 4. 15 menunjukkan bahwa lebar stomata *Z. rosea* akibat pengaruh perlakuan lama perendamaan kolkisin cenderung berfluktuasi dari lama perendamaan tercepat (6 jam) ke lama perendamaan terlama (24 jam). Hal tersebut diduga terjadi karena adanya lama perendaman optimum yang dapat menyebabkan poliploidi secara efisien (Suryo, 2007). Data lebar stomata yang berfluktuasi juga terjadi pada *Catasetum pileatum* akibat perlakuan lama perendaman kolkisin (Kazemi dan Kaviani, 2020).

Lama perendaman 18 jam menghasilkan lebar stomata tertinggi, yaitu 14,484  $\mu\text{m}$  sedangkan lama perendaman 24 jam menghasilkan lebar stomata terendah, yaitu 13,208  $\mu\text{m}$ . Secara umum tanaman poliploid memiliki lebar stomata lebih besar (Rahayu et. al., 2015). Hal tersebut disebabkan oleh peristiwa

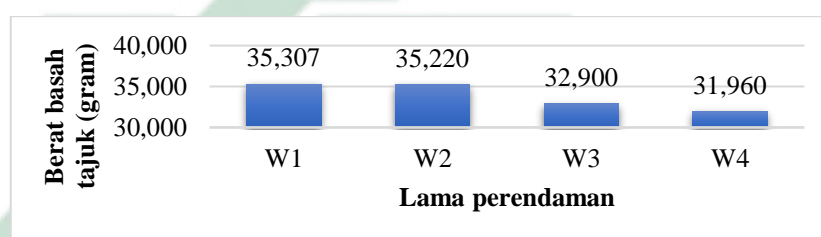
gigantisme pada tanaman poliploid (Joshi & Verma, 2004). Pada penelitian ini, walaupun bukan merupakan perlakuan lama perendaman terlama tetapi lama perendaman 18 jam menghasilkan lebar stomata terbesar. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa perlakuan lama perendaman 18 jam merupakan waktu paparan yang paling optimal dalam meningkatkan lebar stomata *Z. rosea* poliploid pada penelitian ini.

Lama perendaman kolkisin pada penelitian ini belum dapat menginduksi *Z. rosea* poliploid. Hal tersebut disebabkan banyak parameter yang tidak terpengaruhi secara signifikan, salah satunya adalah lebar stomata. Hal tersebut sesuai dengan Husband et. al. (2016) dan Parjanto (2017) bahwa tidak terinduksi *Chamerion angustifolium* dan sirsak (*Annona muricata*) poliploid akibat paparan kolkisin.

#### 4.2.7 Pengaruh lama perendaman terhadap berat basah *Z. rosea* Lindl.

Berdasarkan pengamatan terhadap berat basah *Z. rosea* Lindl. akibat perlakuan lama perendaman, diperoleh rata-rata berat basah terendah pada perlakuan lama perendaman 24 jam, yaitu 31,960 gram. Perlakuan lama perendaman 18 jam memiliki rata-rata berat basah sebesar 32,900 gram. Perlakuan lama perendaman 12 jam memiliki rata-rata berat basah sebesar 35,220 gram. Perlakuan lama perendaman 6 jam memiliki rata-rata berat basah terbesar, yaitu 35,307 gram (Gambar 4. 16). Hasil uji Friedman menunjukkan nilai signifikansi data berat basah akibat lama perendaman adalah

0,650 > 0,05 (Lampiran 55) sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan rata-rata pada perlakuan lama perendaman terhadap berat basah *Z. rosea* Lindl. Hal tersebut berbeda dengan Kazemi dan Kaviani (2020) yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh nyata antara perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap berat basah *Catasetum pileatum* Rchb poliploid.



Gambar 4. 16 Grafik pengaruh lama perendaman terhadap berat basah (gram)

Keterangan: W1= Lama perendaman 6 jam, W2= Lama perendaman 12 jam, W3= Lama perendaman 18 jam, W4= Lama perendaman 24 jam.

Lama perendaman yang belum sesuai kebutuhan *Z. rosea* dalam menghasilkan tanaman poliploid secara maksimal diduga menjadi pemicu tidak adanya pengaruh signifikan lama perendaman terhadap berat basah. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Zuyasna et. al. (2021) bahwa lama perendaman kolkisin yang belum sesuai untuk tanaman nilam menyebabkan tidak adanya pengaruh signifikan pada parameter poliploidi yang diamati. Jika lama perendaman terlalu singkat maka penyerapan kolkisin tidak terdistribusi secara merata ke beberapa jaringan tanaman sedangkan apabila durasi perendaman terlalu lama menyebabkan kolkisin yang masuk ke dalam sel terlalu banyak kemudian dapat menyebabkan

sel stress atau lisis sehingga menghasilkan fenotip yang tidak normal atau bahkan mati (Mo et al., 2020 dalam Ifitah, 2023).

Gambar 4. 16 menunjukkan bahwa berat basah *Z. rosea* akibat pengaruh perlakuan lama perendamaan kolkisin cenderung berfluktuasi dari lama perendamaan tercepat (6 jam) ke lama perendamaan terlama (24 jam). Hal tersebut diduga terjadi karena adanya lama perendaman optimum yang dapat menyebabkan poliploidi secara efisien (Suryo, 2007). Data berat basah yang berfluktuasi juga terjadi pada *Catasetum pileatum* akibat perlakuan lama perendaman kolkisin (Kazemi dan Kaviani, 2020).

Lama perendaman 6 jam menghasilkan berat basah tertinggi, yaitu 35,307 gram sedangkan lama perendaman 24 jam menghasilkan berat basah terendah, yaitu 31,960 gram. Secara umum tanaman poliploid memiliki berat basah lebih tinggi akibat bertambahnya ukuran sel dan senyawa kimia (Daryono & Tammu, 2023). Pada penelitian ini, walaupun bukan merupakan perlakuan lama perendaman terlama tetapi lama perendaman 6 jam menghasilkan berat basah terbesar. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa perlakuan lama perendaman 6 jam merupakan waktu paparan yang paling optimal dalam meningkatkan berat basah *Z. rosea* poliploid pada organ akar pada penelitian ini.

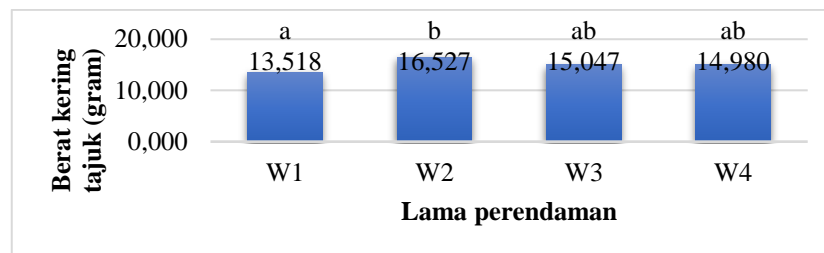
Lama perendaman kolkisin pada penelitian ini belum dapat menginduksi *Z. rosea* poliploid. Hal tersebut disebabkan banyak parameter yang tidak terpengaruhi secara signifikan, salah satunya

adalah berat basah. Hal tersebut sesuai dengan Husband et. al. (2016) dan Parjanto (2017) bahwa tidak terinduksi *Chamerion angustifolium* dan sirsak (*Annona muricata*) poliploid akibat paparan kolkisin.

#### 4.2.8 Pengaruh lama perendaman terhadap berat kering *Z. rosea* Lindl.

Berdasarkan pengamatan terhadap berat kering *Z. rosea* Lindl. akibat perlakuan lama perendaman, diperoleh rata-rata berat kering terendah pada perlakuan lama perendaman 6 jam, yaitu 13,518 gram. Perlakuan lama perendaman 24 jam memiliki rata-rata berat kering sebesar 14,980 gram. Perlakuan lama perendaman 18 jam memiliki rata-rata berat kering sebesar 15,047 gram. Perlakuan lama perendaman 12 jam memiliki rata-rata berat kering terbesar, yaitu 16,527 gram (Gambar 4. 17). Hasil uji *Two-way* ANOVA menunjukkan nilai signifikansi data berat kering akibat lama perendaman adalah  $0,018 < 0,05$  (Lampiran 59) sehingga dapat disimpulkan bahwa ada perbedaan rata-rata pada perlakuan lama perendaman terhadap berat kering *Z. rosea* Lindl. Hal tersebut berbeda dengan Kazemi dan Kaviani (2020) yang menyatakan bahwa tidak terdapat pengaruh nyata antara perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap berat kering *Catsetum pileatum* Rchb poliploid.





Gambar 4. 17 Grafik pengaruh lama perendaman terhadap berat kering (gram)

Keterangan: W1= Lama perendaman 6 jam, W2= Lama perendaman 12 jam, W3= Lama perendaman 18 jam, W4= Lama perendaman 24 jam. Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan ada perbedaan signifikan berdasarkan uji DMRT.

Gambar 4. 17 menunjukkan bahwa berat kering *Z. rosea* akibat pengaruh perlakuan lama perendamaan kolkisin cenderung berfluktuasi dari lama perendamaan tercepat (6 jam) ke lama perendamaan terlama (24 jam). Hal tersebut diduga terjadi karena adanya lama perendaman optimum yang dapat menyebabkan poliploidi secara efisien (Suryo, 2007). Data berat kering yang berfluktuasi juga terjadi pada *Catasetum pileatum* akibat perlakuan lama perendaman kolkisin (Kazemi dan Kaviani, 2020).

Lama perendaman 12 jam menghasilkan berat kering tertinggi, yaitu 16,527 gram dan berbeda nyata dengan kontrol yang diketahui dari uji *post-hoc* DMRT (Lampiran 61). Secara umum tanaman poliploid memiliki berat kering lebih tinggi akibat bertambahnya ukuran sel dan senyawa kimia (Daryono & Tammu, 2023). Pada penelitian ini, walaupun bukan merupakan perlakuan lama perendaman terlama tetapi lama perendaman 12 jam menghasilkan berat kering terbesar. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa perlakuan lama perendaman 12 jam merupakan

waktu paparan yang paling optimal dalam meningkatkan berat kering *Z. rosea* poliploid pada organ akar pada penelitian ini.

Lama perendaman kolkisin pada penelitian ini belum dapat menginduksi *Z. rosea* poliploid. Hal tersebut disebabkan banyak parameter yang tidak terpengaruhi secara signifikan. Hal tersebut sesuai dengan Husband et. al. (2016) dan Parjanto (2017) bahwa tidak terinduksi *Chamerion angustifolium* dan sirsak (*Annona muricata*) poliploid akibat paparan kolkisin.

#### 4.2.9 Pengaruh lama perendaman terhadap warna bunga *Z. rosea* Lindl.

Pada penelitian ini, perlakuan lama perendaman berpengaruh terhadap warna bunga. Lama perendaman 24 jam menyebabkan warna bunga menjadi pink dengan corak putih. Lama perendaman 6 jam menyebabkan warna bunga mejadi orange-kuning pucat. Perubahan warna bunga tersebut diduga terjadi akibat poliploidi. Hal yang sama terjadi pada *Dendranthemum grandiflora* cv. canter poliploid hasil perlakuan kolkisin (Asoko et. al., 2020).



Gambar 4. 18 Pengaruh lama perendaman terhadap warna bunga

Keterangan: a= lama perendaman 6 jam, b= lama perendaman 12 jam, c= lama perendaman 18 jam, d= lama perendaman 24 jam.

*Gene silencing* diduga menjadi penyebab beberapa hanya

2 sampel uji yang mengalami perubahan warna pada penelitian

ini. Perubahan warna bunga pada tumbuhan poliploid disebabkan oleh penambahan pigmen flavonoidnya. Perubahan warna bunga pada tumbuhan poliploid juga terjadi pada *Picotee azalea* (Schepper, 2001).

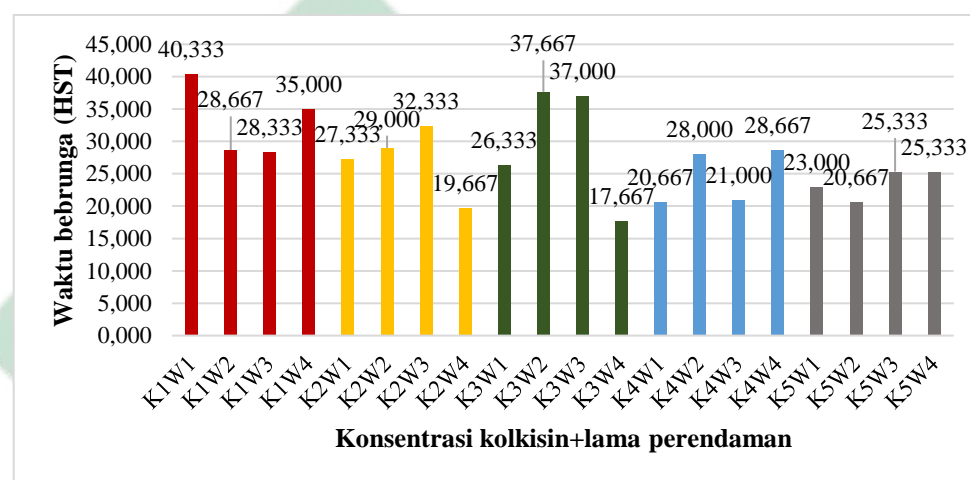
Lama perendaman kolkisin pada penelitian ini belum dapat menginduksi *Z. rosea* poliploid. Hal tersebut disebabkan banyak parameter yang tidak terpengaruhi secara signifikan, salah satunya adalah warna bunga. Hal tersebut sesuai dengan Husband et. al. (2016) dan Parjanto (2017) bahwa tidak terinduksi *Chamerion angustifolium* dan sirsak (*Annona muricata*) poliploid akibat paparan kolkisin.

#### 4.3 Pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman kolkisin terhadap karakter poliploidi pada *Z. rosea* Lindl

##### 4.3.1 Pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap waktu berbunga *Z. rosea* Lindl.

Berdasarkan pengamatan terhadap waktu berbunga *Z. rosea* Lindl. akibat perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman, diperoleh rata-rata waktu berbunga tercepat pada perlakuan interaksi kolkisin 0,05 % dan lama perendaman 24 jam, yaitu 17,667 HST. Perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin 0 % dan lama perendaman 6 jam memiliki waktu berbunga terlama, yaitu 40,333 HST Gambar 4. 19. Perlakuan interaksi antara konsentrasi kolkisin dan lama perendaman tidak menghasilkan pengaruh nyata

terhadap waktu berbunga *Z. rosea* Lindl. menurut hasil uji Friedman ( $p$ -value  $0,903 > 0,05$ ) (Lampiran 27). Hal tersebut berbeda dengan Comlekcioglu dan Ozden (2019) yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh nyata antara perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap waktu berbunga *Physalis peruviana* poliploid.



Gambar 4. 19 Grafik pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap waktu berbunga (HST)

Keterangan: K1W1= kk 0 % + lp 6 jam, K1W2= kk 0 % + lp 12 jam, K1W3= kk 0 % + lp 18 jam, K1W4= kk 0 % + lp 24 jam, K2W1= kk 0,025 % + lp 6 jam, K2W2= kk 0,025 % + lp 12 jam, K2W3= kk 0,025 % + lp 18 jam, K2W4= kk 0,025 % + lp 24 jam, K3W1= kk 0,05 % + lp 6 jam, K3W2= kk 0,05 % + lp 12 jam, K3W3= kk 0,05 % + lp 18 jam, K3W4= kk 0,05 % + lp 24 jam, K4W1= kk 0,075 % + lp 6 jam, K4W2= kk 0,075 % + lp 12 jam, K4W3= kk 0,075 % + lp 18 jam, K4W4= kk 0,075 % + lp 24 jam, K5W1= kk 0,1 % + lp 6 jam, K5W2= kk 0,1 % + lp 12 jam, K5W3= kk 0,1 % + lp 18 jam, K5W4= kk 0,1 % + lp 24 jam, kk= konsentrasi kolkisin, lp= lama perendaman.

Tidak adanya pengaruh signifikan perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap waktu berbunga tanaman poliploid pada penelitian ini diduga merupakan efek dari peristiwa peredaman gen (*Gene silencing*). Peredaman gen dapat menyebabkan beberapa gen menjadi aktif sedangkan yang lainnya tidak aktif sehingga hanya beberapa fenotip poliploidi saja yang

terekspresikan (Adams & Wendel, 2005). Hal yang sama terjadi pada jarak pagar (*Jatropha curcas*) poliploid hasil induksi kolkisin yang tidak menunjukkan perbedaan nyata waktu berbunga dengan tanaman diploid meskipun karakter poliploidi lainnya terekspresikan (Niu et. al., 2016).

Tidak terdapat interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman pada waktu berbunga *Z. rosea* Lindl. menunjukkan bahwa terjadi interaksi antagonis antara konsentrasi kolkisin dan lama perendaman. Tidak adanya interaksi tersebut diduga karena salah satu faktor lebih menguasai. Sejalan dengan Amin et. al. (2017) bahwa salah satu variabel bebas yang meliputi konsentrasi dan lama perendaman dapat bersifat lebih menguasai terhadap variabel bebas lainnya sehingga kedua variabel bebas tersebut tidak berinteraksi secara sinergis.

Gambar 4. 19 menunjukkan bahwa waktu berbunga *Z. rosea* akibat pengaruh perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman cenderung berfluktuasi dari kombinasi konsentrasi terendah (0 %) dan lama perendaman tercepat (6 jam) ke konsentrasi tertinggi (0,1 %) dan lama perendaman terlama (24 jam). Data waktu berbunga pada penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi kolkisin yang rendah cenderung memerlukan lama paparan yang lama untuk menghasilkan waktu berbunga yang lebih cepat sedangkan konsentrasi yang tinggi cenderung memerlukan lama paparan yang lebih cepat untuk menghasilkan waktu berbunga yang

lebih cepat (gambar ). Hal tersebut sesuai dengan penelitian Samadi et. al. (2022) pada *Crocus sativus* yang pada perlakuan konsentrasi kolkisin 0,025 % membutuhkan lama perendaman 24 jam untuk menghasilkan waktu berbunga 14 HST sedangkan pada perlakuan konsentrasi 0,05 % cukup dengan lama perendaman 12 jam telah dapat meninduksi waktu berbunga yang sama. Kesesuaian juga terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh Luo et. al. (2018) pada *Taraxacum kok-saghyz*. Pada penelitian tersebut, konsentrasi kolkisin 0,05 % memerlukan waktu 48 jam dalam menginduksi poliploidi sedangkan konsentrasi kolkisin 0,1 % dan 0,2 % dengan lama paparan 24 jam sudah dapat menginduksi poliploidi tetapi pada konsentrasi yang lebih tinggi yakni 0.5 % dengan lama paparan 12 jam sampai 96 jam tidak dapat menginduksi poliploidi. Zhou et. al. pada 2020 juga melaporkan hal yang sama pada penelitiannya yang menginduksi jahe (*Zingiber officinale* Roscoe cv. 'Fengtou') poliploid menggunakan kolkisin. Pada penelitian tersebut, konsentrasi kolkisin 50 mg/L dan 100 mg/L membutuhkan lama perendaman 7 hari untuk menghasilkan % tanaman poliploid terbanyak, konsentrasi kolkisin 150 mg/L dengan lama perendaman 5 hari sudah dapat menghasilkan % tanaman poliploid yang lebih banyak dibandingkan konsentrasi 50 mg/L dan 100 mg/L. Namun pada konsentrasi kolkisin yang lebih tinggi yakni 200 mg/L, % tanaman poliploid yang dihasilkan pada lama perendaman 5 hari lebih rendah daripada konsentrasi 150 mg/L. Dari penelitian-

penelitian terdahulu tersebut dapat diambil 2 kesimpulan, yaitu tiap-tiap spesies tanaman memiliki batas kombinasi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman optimum yang berbeda-beda dan semakin tinggi konsentrasi kolkisin dari batas optimum tersebut semakin rendah pula dalam menginduksi poliploid. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Eng dan Ho (2019), bahwa tiap spesies memiliki batas optimum untuk paparan kolkisin dan lama paparan yang berbeda-beda dan sesuai pula dengan pernyataan Salma dan Mandal (2017) bahwa terdapat konsentrasi dan lama perendaman yang optimum untuk menghasilkan tanaman poliploid secara efisien.

Rata-rata waktu berbunga tercepat dihasilkan oleh pemberian interaksi konsentrasi kolkisin 0,05 % dan lama perendaman 24 jam, yaitu 17,667 HST. Berdasarkan data tersebut, dapat diketahui bahwa konsentrasi yang tinggi dan waktu pemaparan yang lama lebih efektif menghasilkan tanaman poliploid. Hal tersebut sesuai dengan Allum et. al. (2007) dan Kermani et al. (2003) dalam Kazemi dan Kaviani (2020) bahwa untuk menginduksi poliploidi pada suatu tanaman dibutuhkan konsentrasi zat antimitotik dan lama pemaparan yang cukup tinggi. Namun, kombinasi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman yang optimum untuk tiap spesies, varietas, dan bahkan suku (*family*) berbeda-beda (Sarathum et al., 2010 dalam Kazemi dan Kaviani, 2020).



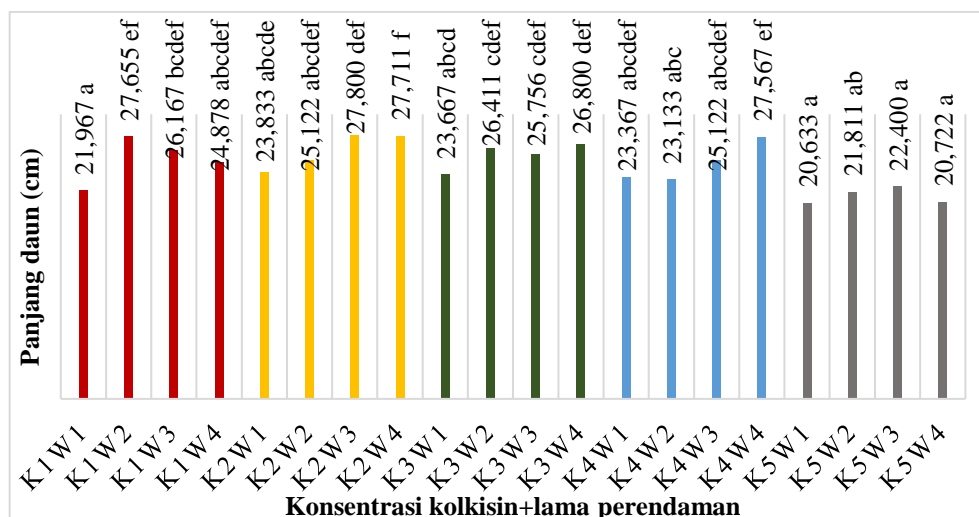
Rata-rata waktu berbunga terlama dihasilkan oleh pemberian interaksi konsentrasi kolkisin 0 % dan lama perendaman 6 jam, yaitu 40,333 HST. Tidak adanya pemberian kolkisin pada kombinasi perlakuan tersebut menyebabkan tidak terbentuknya tanaman poliploid sehingga menghasilkan waktu berbunga terlama. Karakter tersebut sesuai dengan penjelasan Golembeski et al. (2014) bahwa waktu berbunga yang lebih cepat pada suatu tumbuhan dapat disebabkan karena poliploidi yang menyebabkan luas tanaman menjadi bertambah dan menambah jumlah fotosintat yang berefek pada percepatan waktu berbunga. Hal yang berbeda terjadi pada penelitian Fathurrahman (2019) pada tanaman kacang hijau (*Phaseolus radiatus*), yaitu waktu berbunga terlama terjadi pada perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin 1 % dan lama paparan 10 jam, yaitu 33,77 HST sedangkan perlakuan interaksi kolkisin 0 % dan lama paparan terendah (5 jam) menghasilkan waktu berbunga 33,33 HST. Kemungkinan penyebab terjadinya hal tersebut adalah interaksi konsentrasi tertinggi pada penelitian tersebut (1 %) dan lama perendaman 10 jam telah melewati batas optimum kombinasi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman bagi tanaman kacang hijau (*Phaseolus radiatus*) sehingga menyebabkan waktu berbunga lebih lama dibandingkan kombinasi perlakuan dengan konsentrasi kolkisin yang lebih rendah dan lama perendaman lainnya. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Salma dan Mandal (2017) bahwa

terdapat konsentrasi dan lama perendaman yang optimum untuk menghasilkan tanaman poliploid secara efisien.

Interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman pada penelitian ini belum dapat menginduksi *Z. rosea* poliploid. Hal tersebut disebabkan banyak parameter yang tidak terpengaruhi secara signifikan, salah satunya adalah waktu berbunga. Hal tersebut sesuai dengan Husband et. al. (2016) dan Parjanto (2017) bahwa tidak terinduksi *Chamerion angustifolium* dan sirsak (*Annona muricata*) poliploid akibat paparan kolkisin.

#### 4.3.2 Pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap panjang daun *Z. rosea* Lindl.

Berdasarkan pengamatan terhadap panjang daun *Z. rosea* Lindl. akibat perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman, diperoleh rata-rata panjang daun pada perlakuan interaksi kolkisin % dan lama perendaman jam, yaitu cm. Perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman jam memiliki panjang daun terkecil, yaitu cm (Gambar 4. 20). Perlakuan interaksi antara konsentrasi kolkisin dan lama perendaman menghasilkan perbedaan nyata terhadap panjang daun *Z. rosea* Lindl. menurut hasil uji *Two-way* ANOVA ( $p\text{-value } 0,000 < 0,05$ ) (Lampiran 18). Hal ini berbeda dengan Noori et. al. (2017) bahwa perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman tidak berpengaruh nyata terhadap panjang daun *Trachyspermum ammi* L poliploid.



Gambar 4. 20 Grafik pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap panjang daun (cm)

Keterangan: K1W1= kk 0 % + lp 6 jam, K1W2= kk 0 % + lp 12 jam, K1W3= kk 0 % + lp 18 jam, K1W4= kk 0 % + lp 24 jam, K2W1= kk 0,025 % + lp 6 jam, K2W2= kk 0,025 % + lp 12 jam, K2W3= kk 0,025 % + lp 18 jam, K2W4= kk 0,025 % + lp 24 jam, K3W1= kk 0,05 % + lp 6 jam, K3W2= kk 0,05 % + lp 12 jam, K3W3= kk 0,05 % + lp 18 jam, K3W4= kk 0,05 % + lp 24 jam, K4W1= kk 0,075 % + lp 6 jam, K4W2= kk 0,075 % + lp 12 jam, K4W3= kk 0,075 % + lp 18 jam, K4W4= kk 0,075 % + lp 24 jam, K5W1= kk 0,1 % + lp 6 jam, K5W2= kk 0,1 % + lp 12 jam, K5W3= kk 0,1 % + lp 18 jam, K5W4= kk 0,1 % + lp 24 jam, kk= konsentrasi kolkisin, lp= lama perendaman. Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan ada perbedaan signifikan (*p-value* uji Bonferroni < 0,05)

Rata-rata panjang daun tertinggi dihasilkan oleh pemberian interaksi konsentrasi 0,1 % dan lama perendaman 6 jam, yaitu 20,633 cm. Berdasarkan data tersebut, dapat diketahui bahwa konsentrasi yang tinggi dan waktu pemaparan yang relatif rendah lebih efektif menghasilkan tanaman poliploid. Hal tersebut sesuai dengan Allum et. al. (2007) dan Kermani et al. (2003) dalam Kazemi dan Kaviani (2020) bahwa untuk menginduksi poliploidi pada suatu tanaman dibutuhkan konsentrasi zat antimitotik dan lama pemaparan yang cukup tinggi. Namun kombinasi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman yang optimum untuk tiap spesies,

varietas, dan bahkan suku (*family*) berbeda-beda (Sarathum et al., 2010 dalam Kazemi dan Kaviani, 2020).

Terdapat interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman pada panjang daun *Z. rosea* Lindl. menunjukkan bahwa konsentrasi kolkisin saling bekerjasama dengan lama perendaman dalam membentuk tanaman poliploid. Sejalan dengan pernyataan Głowacka et. al. (2010) bahwa interaksi antara konsentrasi kolkisin dan lama perendaman berpengaruh terhadap efek toksik kolkisin pada sel.

Gambar 4. 11 menunjukkan bahwa panjang daun *Z. rosea* akibat pengaruh perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman cenderung berfluktuasi dari kombinasi konsentrasi terendah (0 %) dan lama perendaman tercepat (6 jam) ke konsentrasi tertinggi (0,1 %) dan lama perendaman terlama (24 jam). Data panjang daun pada penelitian ini menunjukkan bahwa panjang daun semakin meningkat akibat perlakuan konsentrasi yang tinggi dan lama perendaman yang lama meskipun terjadi penurunan panjang daun seiring kenaikan konsentrasi kolkisin.

Rata-rata panjang daun tertinggi dihasilkan oleh pemberian interaksi konsentrasi kolkisin 0,025 % dan lama perendaman 18 jam, yaitu 27,833 cm. Allum et. al. (2007) dan Kermani et al. (2003) dalam Kazemi dan Kaviani (2020) bahwa untuk menginduksi poliploidi pada suatu tanaman dibutuhkan konsentrasi zat antimitotik dan lama pemaparan yang cukup tinggi. Oleh karena itu

perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin 0,025 % dan lama perendaman 18 jam belum mampu untuk menginduksi poliploidi. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Salma dan Mandal (2017) bahwa terdapat konsentrasi dan lama perendaman yang optimum untuk menghasilkan tanaman poliploid secara efisien.

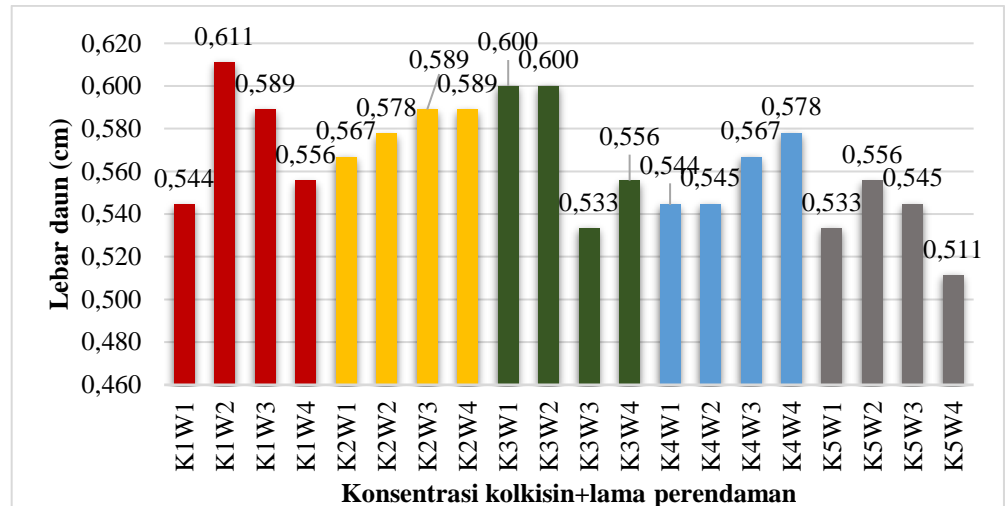
Rata-rata panjang daun terendah dihasilkan oleh pemberian interaksi konsentrasi kolkisin 0,1 % dan lama perendaman 24 jam, yaitu 20,722 cm. Secara umum poliploidi pada tanaman menyebabkan panjang daun meningkat tetapi ada beberapa kondisi yang menyebabkan penurunan panjang daun (Kazemi dan Kaviani, 2020). Oleh karena itu, konsentrasi kolkisin yang tinggi dengan lama perendaman yang lama pada penelitian ini merupakan kondisi terbaik dalam menginduksi poliploidi. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Allum et. al. (2007) dan Kermani et al. (2003) dalam Kazemi dan Kaviani (2020) bahwa untuk menginduksi poliploidi pada suatu tanaman dibutuhkan konsentrasi zat antimetabolit dan lama pemaparan yang cukup tinggi.

Interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman pada penelitian ini belum dapat menginduksi *Z. rosea* poliploid. Hal tersebut disebabkan banyak parameter yang tidak terpengaruhi secara signifikan. Hal tersebut sesuai dengan Husband et. al. (2016) dan Parjanto (2017) bahwa tidak terinduksi *Chamerion angustifolium* dan sirsak (*Annona muricata*) poliploid akibat paparan kolkisin.

#### 4.3.3 Pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap lebar daun *Z. rosea* Lindl.

Berdasarkan pengamatan terhadap lebar daun *Z. rosea* Lindl. akibat perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman, diperoleh rata-rata lebar daun terbesar pada perlakuan interaksi kolkisin % dan lama perendaman jam, yaitu cm. Perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman jam memiliki lebar daun terkecil, yaitu cm Gambar 4. 21. Perlakuan interaksi antara konsentrasi kolkisin dan lama perendaman tidak menghasilkan perbedaan nyata terhadap lebar daun *Z. rosea* Lindl. menurut hasil uji Friedman ( $p\text{-value } 0,196 > 0,05$ ) (Lampiran 27). Hal ini berbeda dengan Imery dan Cequea (2001) bahwa perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman berpengaruh nyata terhadap lebar daun *Aloe vera*.

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A



Gambar 4. 21 Grafik pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap lebar daun (cm)

Keterangan: K1W1= kk 0 % + lp 6 jam, K1W2= kk 0 % + lp 12 jam, K1W3= kk 0 % + lp 18 jam, K1W4= kk 0 % + lp 24 jam, K2W1= kk 0,025 % + lp 6 jam, K2W2= kk 0,025 % + lp 12 jam, K2W3= kk 0,025 % + lp 18 jam, K2W4= kk 0,025 % + lp 24 jam, K3W1= kk 0,05 % + lp 6 jam, K3W2= kk 0,05 % + lp 12 jam, K3W3= kk 0,05 % + lp 18 jam, K3W4= kk 0,05 % + lp 24 jam, K4W1= kk 0,075 % + lp 6 jam, K4W2= kk 0,075 % + lp 12 jam, K4W3= kk 0,075 % + lp 18 jam, K4W4= kk 0,075 % + lp 24 jam, K5W1= kk 0,1 % + lp 6 jam, K5W2= kk 0,1 % + lp 12 jam, K5W3= kk 0,1 % + lp 18 jam, K5W4= kk 0,1 % + lp 24 jam, kk= konsentrasi kolkisin, lp= lama perendaman.

Tidak adanya pengaruh signifikan perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap waktu berbunga tanaman poliploid pada penelitian ini diduga merupakan efek dari peredaman gen (*Gene silencing*). Peredaman gen menyebabkan beberapa gen menjadi aktif sedangkan yang lainnya tidak aktif sehingga hanya beberapa fenotip poliploidi saja yang terekspresikan (Adams & Wendel, 2005). Hal yang sama terjadi pada jarak pagar (*Jatropha curcas*) poliploid hasil induksi kolkisin yang tidak menunjukkan perbedaan nyata waktu berbunga dengan tanaman diploid meskipun karakter poliploidi lainnya terekspresikan (Niu et al., 2016).



Tidak terdapat interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman pada lebar daun *Z. rosea* Lindl. menunjukkan bahwa terjadi interaksi antagonis antara konsentrasi kolkisin dan lama perendaman. Tidak adanya interaksi tersebut diduga karena salah satu faktor lebih menguasai. Sejalan dengan Amin et. al. (2017) bahwa salah satu variabel bebas yang meliputi konsentrasi dan lama perendaman dapat bersifat lebih menguasai terhadap variabel bebas lainnya sehingga kedua variabel bebas tersebut tidak berinteraksi secara sinergis.

Gambar 4. 21 menunjukkan bahwa lebar daun *Z. rosea* akibat pengaruh perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman cenderung berfluktuasi dari kombinasi konsentrasi terendah (0 %) dan lama perendaman tercepat (6 jam) ke konsentrasi tertinggi (0,1 %) dan lama perendaman terlama (24 jam). Data lebar daun pada penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi kolkisin yang tinggi dengan lama perendaman yang lama menyebabkan lebar daun menurun. Secara umum lebar daun yang tinggi adalah salah satu tolak ukur poliploidi (Kehr, 1996; Kermani et. al., 2003; Shao et. al., 2003 dalam Liu et. al., 2007) tetapi pada beberapa hasil penelitian menyebutkan bahwa poliploidi dapat menyebabkan penurunan lebar daun (Manzoor et. al., 2018; Ren et. al., 2018). Fluktuasi data lebar daun tetapi cenderung menurun seiring peningkatan konsentrasi kolkisin dan lama perendaman juga terjadi pada *Buddleja lindleyana* poliploid akibat perlakuan interaksi

konsentrasi kolkisin (0 %, 0,5 %, 1 %, 1,5 %, 2 %, dan 3 %) dan lama perendaman (12 jam, 24 jam, dan 48 jam) (Yan et. al., 2022).

Rata-rata lebar daun tertinggi dihasilkan oleh pemberian interaksi konsentrasi kolkisin 0 % dan lama perendaman 12 jam, yaitu 17,667 HST. Hal tersebut tidak sesuai dengan pernyataan Allum et. al. (2007) dan Kermani et al. (2003) dalam Kazemi dan Kaviani (2020) bahwa untuk menginduksi poliploidi pada suatu tanaman dibutuhkan konsentrasi zat antimitotik dan lama pemaparan yang cukup tinggi. Faktor spesies diduga menjadi penyebab hal tersebut. Sarathum et al., 2010 dalam Kazemi dan Kaviani, 2020 menyatakan bahwa kombinasi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman yang optimum untuk tiap spesies, varietas, dan bahkan suku (*family*) berbeda-beda. Hasil penelitian ini sama dengan yang dilaporkan oleh Yan et. al. (2022) bahwa interaksi konsentrasi 0 % dan lama paparan 12 jam menyebabkan lebar daun lebih tinggi dibandingkan kombinasi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman lainnya walaupun interaksi konsentrasi kolkisin 0 % dan lama perendaman 48 jam merupakan kombinasi perlakuan yang menghasilkan lebar daun *Buddleja lindleyana* tertinggi pada penelitian tersebut.

Rata-rata lebar daun terendah dihasilkan oleh pemberian interaksi konsentrasi kolkisin 0,1 % dan lama perendaman 24 jam. Walaupun menyebabkan lebar daun menurun tetapi perlakuan tersebut bisa jadi merupakan indikasi terjadinya poliploidi. Pada

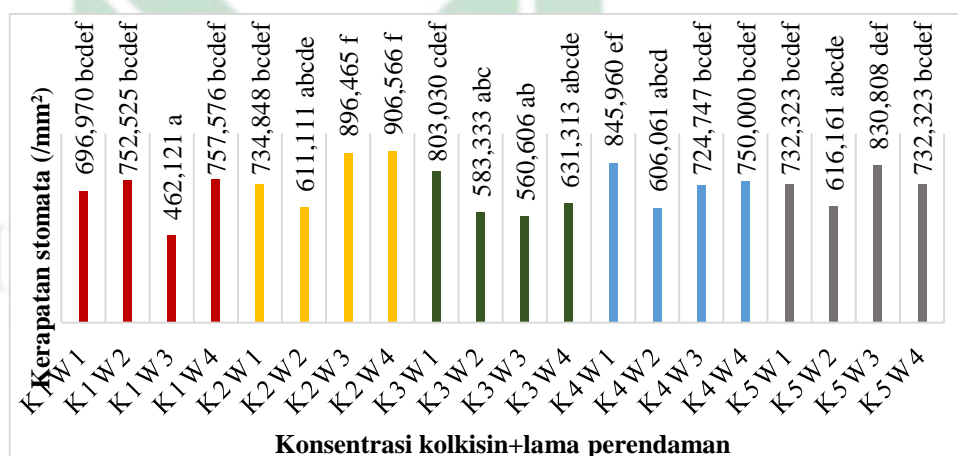
beberapa spesies, poliploidi menyebabkan penghambatan pembelahan sel meskipun terjadi peningkatan ukuran sel (Melaragno et al., 1993; Traas et al., 1998; Joubert and Chevalier, 2000; Kudo and Kimura, 2002 dalam Bertin, 2007). Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Yan et. al. (2022) bahwa interaksi konsentrasi tertinggi (3 %) dan lama paparan 24 jam menghasilkan lebar daun yang rendah dibanding perlakuan interaksi dengan kombinasi konsentrasi yang lebih rendah dan lama perendaman 12 jam, 24 jam, dan 48 jam meskipun lebar daun terendah dihasilkan oleh perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin 3 % dan dalam perendaman 12 jam. Walaupun penggunaan konsentrasi kolkisin pada penelitian tersebut jauh lebih tinggi (0,5 %, 1 %, 1,5 %, 2 %, dan 3 %) dibandingkan dengan penelitian ini tetapi menunjukkan bahwa interaksi konsentrasi yang tinggi dengan lama perendaman tertentu menyebabkan penurunan lebar daun.

Interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman pada penelitian ini belum dapat menginduksi *Z. rosea* poliploid. Hal tersebut disebabkan banyak parameter yang tidak terpengaruhi secara signifikan, salah satunya adalah lebar daun. Hal tersebut sesuai dengan Husband et. al. (2016) dan Parjanto (2017) bahwa tidak terinduksi *Chamerion angustifolium* dan sirsak (*Annona muricata*) poliploid akibat paparan kolkisin.

#### 4.3.4 Pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap kerapatan stomata *Z. rosea* Lindl.

Berdasarkan pengamatan terhadap kerapatan stomata *Z. rosea* Lindl. akibat perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman, diperoleh rata-rata kerapatan stomata tertinggi pada perlakuan interaksi kolkisin % dan lama perendaman jam, yaitu /mm<sup>2</sup>. Perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman jam memiliki kerapatan stomata terkecil, yaitu /mm<sup>2</sup>

Gambar 4. 22. Perlakuan interaksi antara konsentrasi kolkisin dan lama perendaman menghasilkan perbedaan nyata terhadap kerapatan stomata *Z. rosea* Lindl. menurut hasil uji *Two-way* ANOVA (*p-value* 0,047 < 0,05) (Lampiran 30). Hal tersebut sesuai dengan Zhang dan Gao (2021) bahwa perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman berpengaruh nyata terhadap kerapatan stomata *Dendrobium cariniferum* poliploid.



Gambar 4. 22 Grafik pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap kerapatan stomata

Keterangan: K1W1= kk 0 % + lp 6 jam, K1W2= kk 0 % + lp 12 jam, K1W3= kk 0 % + lp 18 jam, K1W4= kk 0 % + lp 24 jam, K2W1= kk 0,025 % + lp 6 jam, K2W2= kk 0,025 % + lp 12 jam, K2W3= kk 0,025 % + lp 18 jam, K2W4= kk 0,025 % + lp 24 jam, K3W1= kk 0,05 % + lp 6 jam, K3W2= kk 0,05 % + lp 12 jam, K3W3= kk 0,05 % + lp 18 jam, K3W4= kk 0,05 % + lp 24 jam, K4W1= kk 0,075 % + lp 6 jam, K4W2= kk 0,075 % + lp 12 jam, K4W3= kk 0,075 % + lp 18 jam, K4W4= kk 0,075 % + lp 24 jam, K5W1= kk 0,1 % + lp 6 jam, K5W2= kk 0,1 % + lp 12 jam, K5W3= kk 0,1 % + lp 18 jam, K5W4= kk 0,1

% + lp 24 jam, kk= konsentrasi kolkisin, lp= lama perendaman. Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan ada perbedaan signifikan berdasarkan uji DMRT.

Terdapat interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman pada kerapatan stomata *Z. rosea* Lindl. menunjukkan bahwa konsentrasi kolkisin saling bekerjasama dengan lama perendaman dalam membentuk tanaman poliploid. Sejalan dengan pernyataan Głowacka et. al. (2010) bahwa interaksi antara konsentrasi kolkisin dan lama perendaman berpengaruh terhadap efek toksik kolkisin pada sel.

Gambar 4. 23 menunjukkan bahwa kerapatan stomata *Z. rosea* akibat pengaruh perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman cenderung berfluktuasi dari kombinasi konsentrasi terendah (0 %) dan lama perendaman tercepat (6 jam) ke konsentrasi tertinggi (0,1 %) dan lama perendaman terlama (24 jam). Data pada penelitian ini menunjukkan bahwa kerapatan stomata yang tinggi dihasilkan pada perlakuan interaksi lama perendaman yang lama dan semua perlakuan konsentrasi kolkisin serta cenderung stabil seiring kenaikan konsentrasi kolkisin. Kerapatan stomata yang berfluktuasi juga terjadi pada *Cataseum pileatum* poliploid akibat perlakuan interaksi konsnetrasi kolkisin dan lama perendaman (Kazemi dan Kaviani, 2020).

Rata-rata kerapatan stomata tertinggi dihasilkan oleh pemberian interaksi konsentrasi kolkisin 0,025 % dan lama perendaman 18 jam, yaitu 896,465/mm<sup>2</sup>. Secara umum kerapatan

stomata pada tanaman poliploid lebih rendah daripada diploid akibat panjang dan lebar stomata yang meningkat (Wang et. al., 2007) tetapi kerapatan stomata tertinggi pada penelitian ini terjadi pada perlakuan interaksi kolkisin 0,025 % dan lama perendaman 18 jam. Kerapatan stomata yang meningkat pada tanaman poliploid juga terjadi pada *Rhizalis baccifera* subsp. *Horrida* (Cota-Sánchez & Bomfim-Patricio., 2010).

Rata-rata kerapatan stomata terendah dihasilkan oleh pemberian interaksi konsentrasi kolkisin 0 % dan lama perendaman 18 jam, yaitu 462,121/mm<sup>2</sup>. Secara umum kerapatan stomata pada tanaman poliploid lebih rendah daripada diploid akibat panjang dan lebar stomata yang meningkat (Wang et. al., 2007) tetapi kerapatan stomata terendah pada penelitian ini terjadi pada perlakuan interaksi kolkisin 0 % dan lama perendaman 18 jam. Hal tersebut dapat terjadi karena tidak terdapat perbedaan signifikan pada parameter panjang dan lebar stomata pada penelitian ini (Gambar 4. 23 dan Gambar 4. 24). Kerapatan stomata yang meningkat pada tanaman poliploid juga terjadi pada *Rhizalis baccifera* subsp. *Horrida* (Cota-Sánchez & Bomfim-Patricio., 2010).

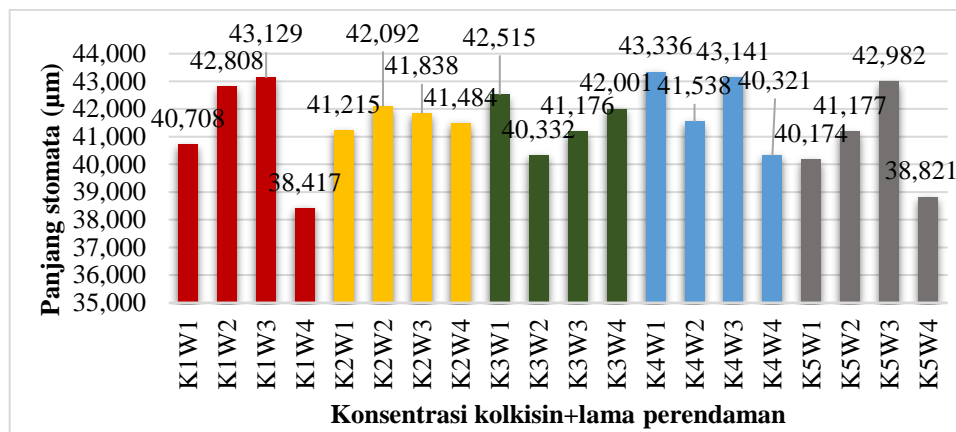
Interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman pada penelitian ini belum dapat menginduksi *Z. rosea* poliploid. Hal tersebut disebabkan banyak parameter yang tidak terpengaruhi secara signifikan. Hal tersebut sesuai dengan Husband et. al. (2016) dan Parjanto (2017) bahwa tidak terinduksi *Chamerion*

*angustifolium* dan sirsak (*Annona muricata*) poliploid akibat paparan kolkisin.

#### 4.3.5 Pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap panjang stomata *Z. rosea* Lindl.

Berdasarkan pengamatan terhadap panjang stomata *Z. rosea* Lindl. akibat perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman, diperoleh rata-rata panjang stomata terbesar pada perlakuan interaksi kolkisin 0,075 % dan lama perendaman 6 jam, yaitu 43,336  $\mu\text{m}$ . Perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin 0 % dan lama perendaman 24 jam memiliki panjang stomata terkecil, yaitu 38,417  $\mu\text{m}$  Gambar 4. 23. Perlakuan interaksi antara konsentrasi kolkisin dan lama perendaman tidak menghasilkan perbedaan nyata terhadap panjang stomata *Z. rosea* Lindl. menurut hasil uji Friedman ( $p\text{-value } 0,209 > 0,05$ ) (Lampiran 39). Hal tersebut berbeda dengan Handayani et. al. (2018) yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh nyata antara perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap panjang stomata semangka poliploid (*Citrullus lannatus*).





Gambar 4. 23 Grafik pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap panjang stomata

Keterangan: K1W1= kk 0 % + lp 6 jam, K1W2= kk 0 % + lp 12 jam, K1W3= kk 0 % + lp 18 jam, K1W4= kk 0 % + lp 24 jam, K2W1= kk 0,025 % + lp 6 jam, K2W2= kk 0,025 % + lp 12 jam, K2W3= kk 0,025 % + lp 18 jam, K2W4= kk 0,025 % + lp 24 jam, K3W1= kk 0,05 % + lp 6 jam, K3W2= kk 0,05 % + lp 12 jam, K3W3= kk 0,05 % + lp 18 jam, K3W4= kk 0,05 % + lp 24 jam, K4W1= kk 0,075 % + lp 6 jam, K4W2= kk 0,075 % + lp 12 jam, K4W3= kk 0,075 % + lp 18 jam, K4W4= kk 0,075 % + lp 24 jam, K5W1= kk 0,1 % + lp 6 jam, K5W2= kk 0,1 % + lp 12 jam, K5W3= kk 0,1 % + lp 18 jam, K5W4= kk 0,1 % + lp 24 jam, kk= konsentrasi kolkisin, lp= lama perendaman.

Tidak terdapat interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman pada panjang stomata *Z. rosea* Lindl. menunjukkan bahwa terjadi interaksi antagonis antara konsentrasi kolkisin dan lama perendaman. Tidak adanya interaksi tersebut diduga karena salah satu faktor lebih menguasai. Sejalan dengan Amin et. al. (2017) bahwa salah satu variabel bebas yang meliputi konsentrasi dan lama perendaman dapat bersifat lebih menguasai terhadap variabel bebas lainnya sehingga kedua variabel bebas tersebut tidak berinteraksi secara sinergis.

Gambar 4. 23 menunjukkan bahwa panjang stomata *Z. rosea* akibat pengaruh perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman cenderung berfluktuasi dari kombinasi konsentrasi

terendah (0 %) dan lama perendaman tercepat (6 jam) ke konsentrasi tertinggi (0,1 %) dan lama perendaman terlama (24 jam). Data pada penelitian ini menunjukkan bahwa panjang stomata yang tinggi dihasilkan pada perlakuan interaksi kolkisin konsentrasi rendah dengan lama perendaman yang rendah. Hal tersebut bisa jadi disebabkan oleh konsentrasi kolkisin optimum yang berbeda-beda pada tiap spesies seperti yang dinyatakan oleh Salma dan Mandal (2017) bahwa terdapat konsentrasi dan lama perendaman yang optimum untuk menghasilkan tanaman poliploid secara efisien. Kecenderungan panjang stomata yang berflutuasi juga terjadi pada *Cataseum pileatum* poliploid akibat perlakuan konsentrasi kolkisin dan lama perendaman (Kazemi dan Kaviani, 2020).

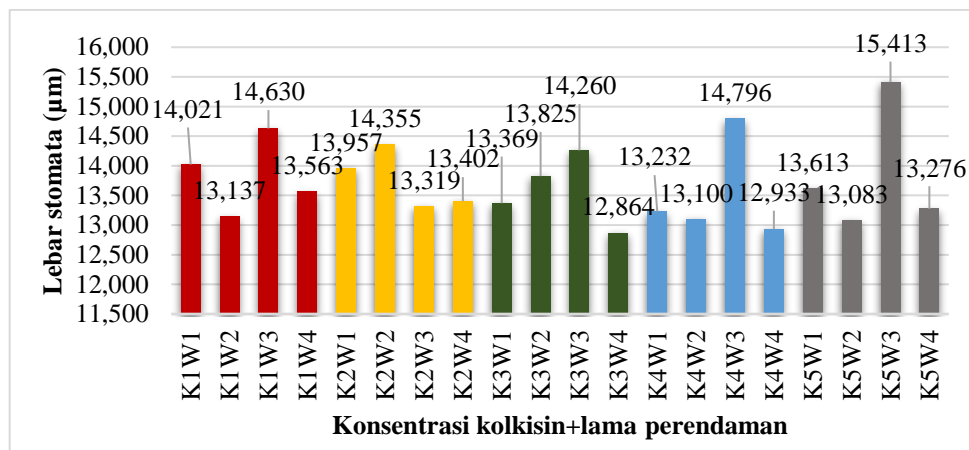
Rata-rata panjang stomata tertinggi dihasilkan oleh pemberian interaksi konsentrasi kolkisin 0,075 % dan lama perendaman 6 jam, yaitu 43,336  $\mu\text{m}$  sedangkan rata-rata panjang stomata terendah dihasilkan oleh pemberian interaksi konsentrasi kolkisin 0 % dan lama perendaman 6 jam, yaitu 38,417  $\mu\text{m}$ . Berdasarkan data tersebut, dapat diketahui bahwa konsentrasi yang tinggi dan waktu pemaparan yang lama lebih efektif menghasilkan tanaman poliploid. Hal tersebut sesuai dengan Allum et. al. (2007) dan Kermani et al. (2003) dalam Kazemi dan Kaviani (2020) bahwa untuk menginduksi poliploidi pada suatu tanaman dibutuhkan konsentrasi zat antimitotik dan lama pemaparan yang cukup tinggi.

Interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman pada penelitian ini belum dapat menginduksi *Z. rosea* poliploid. Hal tersebut disebabkan banyak parameter yang tidak terpengaruhi secara signifikan, salah satunya adalah panjang stomata. Hal tersebut sesuai dengan Husband et. al. (2016) dan Parjanto (2017) bahwa tidak terinduksi *Chamerion angustifolium* dan sirsak (*Annona muricata*) poliploid akibat paparan kolkisin.

#### 4.3.6 Pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap lebar stomata *Z. rosea* Lindl.

Berdasarkan pengamatan terhadap lebar stomata *Z. rosea* Lindl. akibat perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman, diperoleh rata-rata lebar stomata terbesar pada perlakuan interaksi kolkisin 0,1 % dan lama perendaman 18 jam, yaitu 15,413  $\mu\text{m}$ . Perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin 0,05 % dan lama perendaman 24 jam memiliki lebar stomata terkecil, yaitu 12,864  $\mu\text{m}$

Gambar 4. 24. Perlakuan interaksi antara konsentrasi kolkisin dan lama perendaman tidak menghasilkan perbedaan nyata terhadap lebar stomata *Z. rosea* Lindl. menurut hasil uji Friedman ( $p\text{-value}$  0,811 > 0,05) (Lampiran 49). Hal tersebut berbeda dengan Handayani et. al. (2018) yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh nyata antara perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap lebar stomata semangka poliploid (*Citrullus lannatus*).



Gambar 4. 24 Grafik pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap lebar stomata

Keterangan: K1W1= kk 0 % + lp 6 jam, K1W2= kk 0 % + lp 12 jam, K1W3= kk 0 % + lp 18 jam, K1W4= kk 0 % + lp 24 jam, K2W1= kk 0,025 % + lp 6 jam, K2W2= kk 0,025 % + lp 12 jam, K2W3= kk 0,025 % + lp 18 jam, K2W4= kk 0,025 % + lp 24 jam, K3W1= kk 0,05 % + lp 6 jam, K3W2= kk 0,05 % + lp 12 jam, K3W3= kk 0,05 % + lp 18 jam, K3W4= kk 0,05 % + lp 24 jam, K4W1= kk 0,075 % + lp 6 jam, K4W2= kk 0,075 % + lp 12 jam, K4W3= kk 0,075 % + lp 18 jam, K4W4= kk 0,075 % + lp 24 jam, K5W1= kk 0,1 % + lp 6 jam, K5W2= kk 0,1 % + lp 12 jam, K5W3= kk 0,1 % + lp 18 jam, K5W4= kk 0,1 % + lp 24 jam, kk= konsentrasi kolkisin, lp= lama perendaman.

Tidak terdapat interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman pada lebar stomata *Z. rosea* Lindl. menunjukkan bahwa terjadi interaksi antagonis antara konsentrasi kolkisin dan lama perendaman. Tidak adanya interaksi tersebut diduga karena salah satu faktor lebih menguasai. Sejalan dengan Amin et. al. (2017) bahwa salah satu variabel bebas yang meliputi konsentrasi dan lama perendaman dapat bersifat lebih menguasai terhadap variabel bebas lainnya sehingga kedua variabel bebas tersebut tidak berinteraksi secara sinergis.

Gambar 4. 24 menunjukkan bahwa lebar stomata *Z. rosea* akibat pengaruh perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman cenderung berfluktuasi dari kombinasi konsentrasi terendah (0 %) dan lama perendaman tercepat (6 jam) ke konsentrasi

tertinggi (0,1 %) dan lama perendaman terlama (24 jam). Data tersebut menunjukkan bahwa interaksi lama perendaman 18 jam dengan semua perlakuan konsentrasi kolkisin menyebabkan lebar stomata tertinggi dan cenderung semakin meningkat seiring kenaikan konsentrasi kolkisin. Data lebar stomata yang berfluktuasi juga terjadi pada *Cataseum pileatum* poliploid akibat perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman (Kazemi dan Kaviani, 2020).

Rata-rata lebar stomata tertinggi dihasilkan oleh pemberian interaksi konsentrasi kolkisin 0,1 % dan lama perendaman 24 jam, yaitu 15,413  $\mu\text{m}$ . Berdasarkan data tersebut, dapat diketahui bahwa konsentrasi yang tinggi dan waktu pemaparan yang lama lebih efektif menghasilkan tanaman poliploid. Hal tersebut sesuai dengan Allum et. al. (2007) dan Kermani et al. (2003) dalam Kazemi dan Kaviani (2020) bahwa untuk menginduksi poliploidi pada suatu tanaman dibutuhkan konsentrasi zat antimitotik dan lama pemaparan yang cukup tinggi.

Rata-rata lebar stomata terendah dihasilkan oleh pemberian interaksi konsentrasi kolkisin 0,05 % dan lama perendaman 24 jam, yaitu 12,864  $\mu\text{m}$ . Hal tersebut diduga terjadi karena tidak sesuai kombinasi tersebut sehingga menimbulkan lebar stomata terendah pada penelitian ini. Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Salma dan Mandal (2017) bahwa terdapat konsentrasi dan lama perendaman

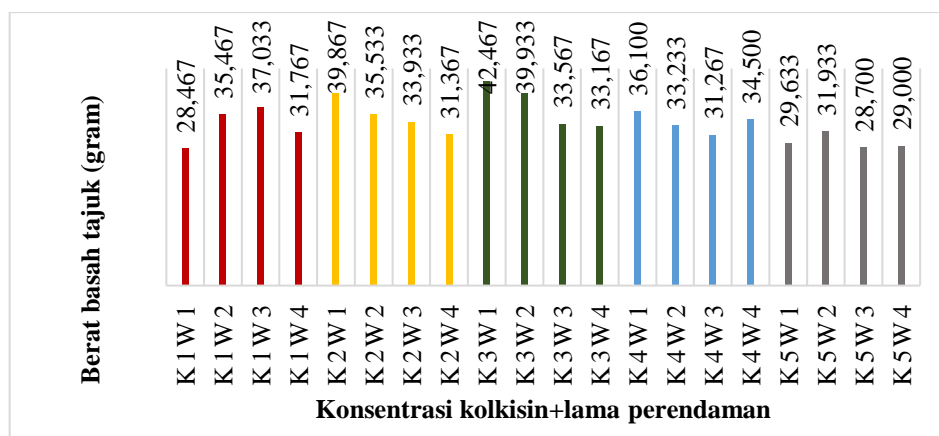
yang optimum untuk menghasilkan tanaman poliploid secara efisien.

Interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman pada penelitian ini belum dapat menginduksi *Z. rosea* poliploid. Hal tersebut disebabkan banyak parameter yang tidak terpengaruhi secara signifikan, salah satunya adalah lebar stomata. Hal tersebut sesuai dengan Husband et. al. (2016) dan Parjanto (2017) bahwa tidak terinduksi *Chamerion angustifolium* dan sirsak (*Annona muricata*) poliploid akibat paparan kolkisin.

#### 4.3.7 Pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap berat basah *Z. rosea* Lindl.

Berdasarkan pengamatan terhadap berat basah *Z. rosea* Lindl. akibat perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman, diperoleh rata-rata berat basah terbesar pada perlakuan interaksi kolkisin 0,05 % dan lama perendaman 6 jam, yaitu 42,467 gram. Perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin 0 % dan lama perendaman 6 jam memiliki berat basah terkecil, yaitu 28,467 gram (Gambar 4. 25). Perlakuan interaksi antara konsentrasi kolkisin dan lama perendaman tidak menghasilkan perbedaan nyata terhadap berat basah *Z. rosea* Lindl. menurut hasil uji Friedman ( $p\text{-value}$   $0,203 > 0,05$ ) (Lampiran 56). Hal tersebut berbeda dengan Kazemi dan Kaviani (2020) yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh nyata antara perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama

perendaman terhadap berat basah *Catasetum pileatum* Rchb poliploid.



Gambar 4. 25 Grafik pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap berat basah (gram)

Keterangan: K1W1= kk 0 % + lp 6 jam, K1W2= kk 0 % + lp 12 jam, K1W3= kk 0 % + lp 18 jam, K1W4= kk 0 % + lp 24 jam, K2W1= kk 0,025 % + lp 6 jam, K2W2= kk 0,025 % + lp 12 jam, K2W3= kk 0,025 % + lp 18 jam, K2W4= kk 0,025 % + lp 24 jam, K3W1= kk 0,05 % + lp 6 jam, K3W2= kk 0,05 % + lp 12 jam, K3W3= kk 0,05 % + lp 18 jam, K3W4= kk 0,05 % + lp 24 jam, K4W1= kk 0,075 % + lp 6 jam, K4W2= kk 0,075 % + lp 12 jam, K4W3= kk 0,075 % + lp 18 jam, K4W4= kk 0,075 % + lp 24 jam, K5W1= kk 0,1 % + lp 6 jam, K5W2= kk 0,1 % + lp 12 jam, K5W3= kk 0,1 % + lp 18 jam, K5W4= kk 0,1 % + lp 24 jam, kk= konsentrasi kolkisin, lp= lama perendaman.

Tidak terdapat interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman pada lebar stomata *Z. rosea* Lindl. menunjukkan bahwa terjadi interaksi antagonis antara konsentrasi kolkisin dan lama perendaman. Tidak adanya interaksi tersebut diduga karena salah satu faktor lebih menguasai. Sejalan dengan Amin et. al. (2017) bahwa salah satu variabel bebas yang meliputi konsentrasi dan lama perendaman dapat bersifat lebih menguasai terhadap variabel bebas lainnya sehingga kedua variabel bebas tersebut tidak berinteraksi secara sinergis.



Gambar 4. 25 menunjukkan bahwa berat basah *Z. rosea* akibat pengaruh perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman cenderung berfluktuasi dari kombinasi konsentrasi terendah (0 %) dan lama perendaman tercepat (6 jam) ke konsentrasi tertinggi (0,1 %) dan lama perendaman terlama (24 jam). Data tersebut menunjukkan bahwa berat basah yang tinggi dihasilkan oleh interaksi lama perendaman yang rendah dan semua perlakuan konsentrasi kolkisin serta cenderung menurun seiring kenaikan konsentrasi kolkisin. Data berat basah yang berfluktuasi juga terjadi pada *Cataseum pileatum* poliploid akibat perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman (Kazemi dan Kaviani, 2020).

Rata-rata berat basah tertinggi dihasilkan oleh pemberian interaksi konsentrasi kolkisin 0,05 % dan lama perendaman 6 jam, yaitu 42,467 gram. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada perlakuan interaksi tersebut dapat menyebabkan berat basah secara optimal. Sesuai dengan pernyataan Salma dan Mandal (2017) bahwa terdapat konsentrasi dan lama perendaman yang optimum untuk menghasilkan tanaman poliploid secara efisien.

Rata-rata berat basah terendah dihasilkan oleh pemberian interaksi konsentrasi kolkisin 0 % dan lama perendaman 6 jam, yaitu 28,467 gram. Hal tersebut diduga terjadi karena kadar protein yang rendah pada perlakuan tanpa pemberian kolkisin tersebut. Hal

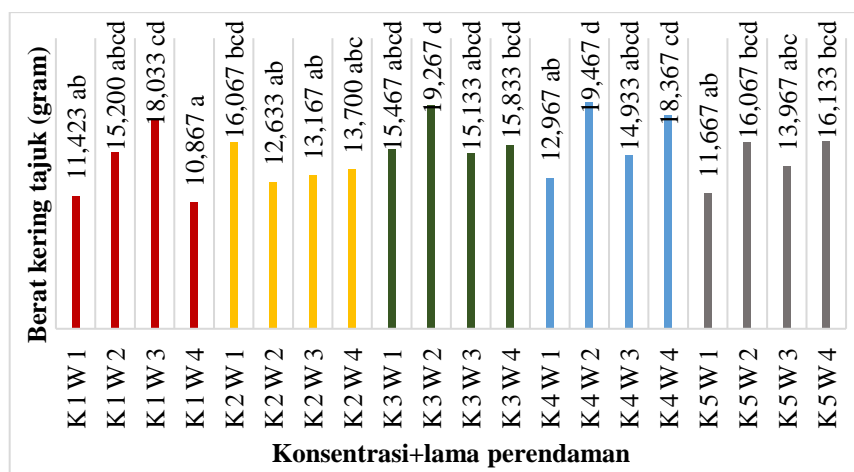
tersebut sesuai dengan Suryo (2007) bahwa salah satu ciri tanaman poliploid adalah bertambahnya jumlah protein.

Interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman pada penelitian ini belum dapat menginduksi *Z. rosea* poliploid. Hal tersebut disebabkan banyak parameter yang tidak terpengaruhi secara signifikan, salah satunya adalah berat basah. Hal tersebut sesuai dengan Husband et. al. (2016) dan Parjanto (2017) bahwa tidak terinduksi *Chamerion angustifolium* dan sirsak (*Annona muricata*) poliploid akibat paparan kolkisin.

#### 4.3.8 Pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap berat kering *Z. rosea* Lindl.

Berdasarkan pengamatan terhadap berat kering *Z. rosea* Lindl. akibat perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman, diperoleh rata-rata berat kering pada perlakuan interaksi kolkisin 0,075 % dan lama perendaman 12 jam, yaitu 19,467 gram. Perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin 0 % dan lama perendaman 24 jam memiliki berat kering terkecil, yaitu 10,867 gram (Gambar 4. 26). Perlakuan interaksi antara konsentrasi kolkisin dan lama perendaman menghasilkan perbedaan nyata terhadap berat kering *Z. rosea* Lindl. menurut hasil uji *Two-way* ANOVA ( $p\text{-value } 0,006 < 0,05$ ) (Lampiran 59). Hal tersebut sesuai dengan Kazemi dan Kaviani (2020) yang menyatakan bahwa terdapat pengaruh nyata antara perlakuan interaksi konsentrasi

kolkisin dan lama perendaman terhadap berat kering *Catsetum pileatum* Rchb poliploid.



Gambar 4. 26 Grafik pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap berat kering (gram)

Keterangan: K1W1= kk 0 % + lp 6 jam, K1W2= kk 0 % + lp 12 jam, K1W3= kk 0 % + lp 18 jam, K1W4= kk 0 % + lp 24 jam, K2W1= kk 0,025 % + lp 6 jam, K2W2= kk 0,025 % + lp 12 jam, K2W3= kk 0,025 % + lp 18 jam, K2W4= kk 0,025 % + lp 24 jam, K3W1= kk 0,05 % + lp 6 jam, K3W2= kk 0,05 % + lp 12 jam, K3W3= kk 0,05 % + lp 18 jam, K3W4= kk 0,05 % + lp 24 jam, K4W1= kk 0,075 % + lp 6 jam, K4W2= kk 0,075 % + lp 12 jam, K4W3= kk 0,075 % + lp 18 jam, K4W4= kk 0,075 % + lp 24 jam, K5W1= kk 0,1 % + lp 6 jam, K5W2= kk 0,1 % + lp 12 jam, K5W3= kk 0,1 % + lp 18 jam, K5W4= kk 0,1 % + lp 24 jam, kk= konsentrasi kolkisin, lp= lama perendaman. Angka yang diikuti huruf berbeda menunjukkan ada perbedaan signifikan berdasarkan uji DMRT.

Terdapat interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman pada berat kering *Z. rosea* Lindl. menunjukkan bahwa konsentrasi kolkisin saling bekerjasama dengan lama perendaman dalam membentuk tanaman poliploid. Sejalan dengan pernyataan Głowacka et. al. (2010) bahwa interaksi antara konsentrasi kolkisin dan lama perendaman berpengaruh terhadap efek toksik kolkisin pada sel.

Gambar 4. 26 menunjukkan bahwa berat kering *Z. rosea* akibat pengaruh perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama

perendaman cenderung berfluktuasi dari kombinasi konsentrasi terendah (0 %) dan lama perendaman tercepat (6 jam) ke konsentrasi tertinggi (0,1 %) dan lama perendaman terlama (24 jam). Data tersebut menunjukkan bahwa berat kering yang tinggi dihasilkan oleh interaksi lama perendaman yang lama dan perlakuan kolkisin semua konsentrasi serta cenderung stabil seiring kenaikan konsentrasi. Data berat kering yang berfluktuasi juga terjadi pada *Cataseum pileatum* poliploid akibat perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman (Kazemi dan Kaviani, 2020).

Rata-rata berat kering tertinggi dihasilkan oleh pemberian interaksi konsentrasi kolkisin 0,075 % dan lama perendaman 12 jam, yaitu 19,467 gram. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada interaksi konsentrasi dan lama perendaman tersebut merupakan kondisi yang optimum dalam meningkatkan berat kering. Salma dan Mandal (2017) bahwa terdapat konsentrasi dan lama perendaman yang optimum untuk menghasilkan tanaman poliploid secara efisien.

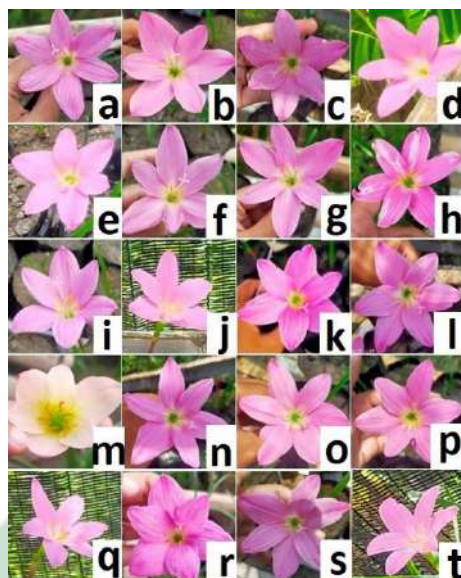
Rata-rata berat kering terendah dihasilkan oleh pemberian interaksi konsentrasi kolkisin 0 % dan lama perendaman 24 jam, yaitu 10,867 gram. Suryo (2007) menyatakan bahwa kandungan protein pada tanaman poliploid lebih tinggi daripada diploid. Oleh karena itu, penyebab dari paling rendahnya berat kering pada perlakuan interaksi konsentrasi kolkisin 0 % dan lama perendaman 24 jam adalah kandungan proteinnya yang paling rendah karena

merupakan tanaman diploid. Protein pada tanaman poliploid dapat diukur melalui berat kering karena kadar airnya telah hilang.

Interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman pada penelitian ini belum dapat menginduksi *Z. rosea* poliploid. Hal tersebut disebabkan banyak parameter yang tidak terpengaruhi secara signifikan. Hal tersebut sesuai dengan Husband et. al. (2016) dan Parjanto (2017) bahwa tidak terinduksi *Chamerion angustifolium* dan sirsak (*Annona muricata*) poliploid akibat paparan kolkisin.

#### 4.3.9 Pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap warna bunga *Z. rosea* Lindl.

Interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman berpengaruh terhadap warna bunga. Interaksi kolkisin 0,025 % dan lama perendaman 24 jam menyebabkan warna bunga menjadi pink dengan corak putih dan berbeda dengan perlakuan lainnya yang berwarna pink. Konsentrasi kolkisin 0,075 % dan lama perendaman 6 jam menyebabkan warna bunga menjadi orange-kuning pucat (Gambar 4. 27). Perubahan warna bunga yang berbeda dengan induknya sesuai dengan pernyataan Nunoo et. al. (2014) dalam Harsanti & Yulidar (2019) bahwa poliploidi yang merupakan jenis mutasi genom dapat menghasilkan fenotip baru yang berbeda dengan induk.



Gambar 4. 27 Pengaruh interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman terhadap warna bunga *Z. rosea* L.

Keterangan: a= kk 0 % + lp 6 jam, b= kk 0 % + lp 12 jam, c= kk 0 % + lp 18 jam, d= kk 0 % + lp 24 jam, e= kk 0,025 % + lp 6 jam, f= kk 0,025 % + lp 12 jam, g= kk 0,025 % + lp 18 jam, h= kk 0,025 % + lp 24 jam, i= kk 0,05 % + lp 6 jam, j= kk 0,05 % + lp 12 jam, k= kk 0,05 % + lp 18 jam, l= kk 0,05 % + lp 24 jam, m= kk 0,075 % + lp 6 jam, n= kk 0,075 % + lp 12 jam, o= kk 0,075 % + lp 18 jam, p= kk 0,075 % + lp 24 jam, q= kk 0,1 % + lp 6 jam, r= kk 0,1 % + lp 12 jam, s= kk 0,1 % + lp 18 jam, t= kk 0,1 % + lp 24 jam, kk= konsentrasi kolkisin, lp= lama perendaman.

Perubahan warna bunga akibat poliploidi dapat disebabkan oleh penambahan pigmen flavonoid tetapi menurunkan antosianin yang merupakan penyebab warna merah ke ungu pada bunga dan buah-buahan (Bagheri dan Mansouri, 2015). Hal tersebut diduga menjadi penyebab adanya fenotip warna orange-kuning pucat akibat perlakuan konsentrasi kolkisin 0,075 % dan lama perendaman 6 jam serta warna pink dengan corak putih akibat perlakuan konsentrasi kolkisin 0,025 % dan lama perendaman 24 jam pada penelitian ini. Perubahan warna bunga akibat interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman juga terjadi pada *Dendranthemum grandiflora* cv. center (Asoko et. al., 2020). Pada

penelitian tersebut, interaksi konsentrasi kolkisin 0,1 % dan lama perendaman 24 jam menyebabkan warna bunga menjadi pink dan berbeda dengan kontrol yang berwarna ungu.

Interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman pada penelitian ini belum dapat menginduksi *Z. rosea* poliploid. Hal tersebut disebabkan banyak parameter yang tidak terpengaruhi secara signifikan, salah satunya adalah warna bunga. Hal tersebut sesuai dengan Husband et. al. (2016) dan Parjanto (2017) bahwa tidak terinduksi *Chamerion angustifolium* dan sirsak (*Annona muricata*) poliploid akibat paparan kolkisin.



UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A



## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

- a. Konsentrasi kolkisin berpengaruh nyata terhadap panjang daun, kerapatan stomata, dan berat kering tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap waktu berbunga, lebar daun, panjang stomata, lebar stomata, berat basah, dan warna bunga. Oleh karena itu, *Z. rosea* poliploidi belum terbentuk pada penelitian ini.
- b. Lama perendaman berpengaruh nyata terhadap panjang daun, kerapatan stomata, dan berat kering tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap waktu berbunga, lebar daun, panjang stomata, lebar stomata, berat basah, dan warna bunga. Oleh karena itu, *Z. rosea* poliploidi belum terbentuk pada penelitian ini.
- c. Interaksi konsentrasi kolkisin dan lama perendaman berpengaruh nyata terhadap panjang daun, kerapatan stomata, dan berat kering tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap waktu berbunga, lebar daun, panjang stomata, lebar stomata, berat basah, dan warna bunga. Oleh karena itu, *Z. rosea* poliploidi belum terbentuk pada penelitian ini.

#### 5.2 Saran

- a. Perlu dilakukan penelitian yang sama tetapi menggunakan parameter jumlah kromosom.
- b. Perlu dilakukan penelitian yang sama tetapi menggunakan organ tanaman yang berbeda.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abercrombie, M., Hickman, M., Johnson, M. L., and M. Thain. 1990. *The New Penguin Dictionary of Biology*. Penguin Books, London.
- Acevedo-Rodríguez, P., and M. T. Strong. 2005. Monocotyledons and Gymnosperms of Puerto Rico and the Virgin Islands. *Contributions from the United States National Herbarium*. 52(1).
- Acquaah, G. 2009. *Principles of Plant Genetics and Breeding*. John Wiley & Sons, Hoboken.
- Adams, K. L., and J. F. Wendel. 2005. Novel Patterns of Gene Expression in Polyploid Plants. *Trends in Genetics*. 21(10): 539-543.
- Aeluri, M., Chamakuri, S., Dasari, B., Guduru, S. K. R., Jimmidi, R., Jogula, S., and P. Arya. 2014. Small Molecule Modulators of Protein-Protein Interactions: Selected Case Studies. *Chemical Reviews*. 114(9): 4640-4694.
- Afroz, S., Rahman, M. O., and Hassan, M. A. 2018. Taxonomy and Reproductive Biology of the Genus *Zephyranthes* Herb. (Liliaceae) in Bangladesh. *Bangladesh Journal of Plant Taxonomy*. 25(1): 57-69.
- Allum, J. F., Bringloe, D. H., and A. V. Roberts. 2007. Chromosome Doubling in a *Rosa rugosa* Thunb. Hybrid by Exposure of In Vitro Nodes to Oryzalin: the Effects of Node Length, Oryzalin Concentration and Exposure Time. *Plant Cell Reports*. 26(11): 1977-1984.
- Al-Qurthubi, S. I. 2008. *Tafsir al-Qurthûbi Jilid 11*, diterjemahkan Muhammad Ibrahim Al Hifnawi dan Muhammad Hamid Utsman. Pustaka Azam, Jakarta.
- Al-Qurthubi, Syaikh Imam. 2008. *Tafsir al-Qurthûbi Jilid 15*, diterjemahkan Muhammad Ibrahim Al Hifnawi dan Muhammad Hamid Utsman. Pustaka Azam, Jakarta.
- Amin, A., Juanda, B. R., and M. Zaini. 2017. Pengaruh Konsentrasi dan Lama Perendaman dalam ZPT Auksin terhadap Viabilitas Benih Semangka (*Citrus lanatus*) Kadaluarsa. *Jurnal Penelitian Agrosamudra*. 4(1): 45-57.
- Anonim. 2022. *Zephyranthes rosea* Lindl. Diakses pada 26 April 2022.  
<<https://www.nparks.gov.sg/florafaunaweb/flora/2/5/2572>>.
- Ari, E., Djapo, H., Mutlu, N., Gurbuz, E., and O. Karaguzel. 2015. Creation of Variation through Gamma Irradiation and Polyploidization in *Vitex agnus-castus* L. *Scientia Horticulturae*. 195: 74-81.
- Asoko, N., Ruamrungsri, S., Yoosumran, V., and K. Saetiew. 2020. Improvement of *Dendranthemum grandiflora* cv. canter with Colchicine In Vitro. *International Journal of Agricultural Technology*. 16(2): 237-246.
- Avery, G. S., and L. Pottorf. 1945. Polyploidy, Auxin and Nitrogen in Green Plants. *American Journal of Botany*. 32(10): 669-671.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2014. *Teknik Mutasi*

- untuk Pemuliaan Tanaman. Diakses pada 25 Mei 2022. <<https://www.litbang.pertanian.go.id/info-aktual/1754/>>.
- Badan Penelitian Tanaman Hias. 2020. *Kementan Pacu Inovasi Tanaman Hias untuk Ekspor*. Diakses pada 24 Mei 2022. <<http://balithi.litbang.pertanian.go.id/berita-912-kementan-pacu-inovasi-tanaman-hias-untuk-ekspor.html>>.
- Bagheri, M., and H. Mansouri. 2015. Effect of Induced Polyploidy on Some Biochemical Parameters in *Cannabis sativa* L. *Applied Biochemistry and Biotechnology*. 175: 2366-2375.
- Bahari, B. F. 2021. Analisis Kelayakan Investasi Ekspor Umbi Bunga *Zephyranthes* sp. (Studi Kasus di CV. Arjuna Flora, Kota Batu). *Skripsi*. Fakultas Pertanian, Universitas Islam Malang, Malang.
- Beams, H. W., and T. C. Evans. 1940. Some Effects of Colchicine Upon the First Cleavage in *Arbacia punctulata*. *The Biological Bulletin*. 79(1): 188-198.
- Becker, R., Leone, M., and F. B. Engel. 2020. Microtubule Organization in Striated Muscle Cells. *Cells*. 9(6): 1395.
- Bertin, N., Lecomte, A., Brunel, B., Fishman, S., and M. Génard. 2007. A Model Describing Cell Polyploidization in Tissues of Growing Fruit as Related to Cessation of Cell Proliferation. *Journal of Experimental Botany*. 58(7): 1903-1913.
- Bhaskaran, S., and M. S. Swaminathan. 1961. Chromosome Aberrations, Changes in DNA Content and Frequency and Spectrum of Mutations Induced by X-Rays and Neutrons in Polyploids. *Radiation Botany*. 1: 166-181.
- Breuss, M., and D. A. Keays. 2014. Microtubules and Neurodevelopmental Disease: the Movers and the Makers. *Cellular and Molecular Control of Neuronal Migration*. 75-96.
- Buchert, J., Koponen, J. M., Suutarinen, M., Mustranta, A., Lille, M., Törrönen, R., and K. Poutanen. 2005. Effect of Enzyme-Aided Pressing on Anthocyanin Yield and Profiles in Bilberry and Blackcurrant Juices. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 85(15): 2548-2556.
- Campbell, N. A., Reece, J. B., Urry, L. A., Cain, M. L., Wasserman, S. A., Minorsky, P. V., and R. B. Jackson. 2010. *Biology*. Benjamin Cummings, San Francisco.
- Canaday, J., Brochot, A. L., Seltzer, V., Herzog, E., Evrard, J.-L., and A.-C. Schmit. 2004. Microtubule Assembly in Higher Plants. *Recent Research Developments in Molecular Biology*. 2: 103-119.
- Chia, T., Chirico, M., King, R., Ramirez-Gonzalez, R., Saccomanno, B., Seung, D., ... and K. Trafford. 2020. A Carbohydrate-Binding Protein, B-GRANULE CONTENT 1, Influences Starch Granule Size Distribution in a Dose-Dependent Manner in Polyploid Wheat. *Journal of Experimental Botany*. 71(1): 105-115.
- Chowdhury, M. R., and J. Hubstenberger. 2006. Evaluation of Cross

- Pollination of *Zephyranthes* and *Habranthus* Species and Hybrids. *Journal of the Arkansas Academy of Science*. 60: 113–118.
- Colombie, N., Verollet, C., Sampaio, P., Moisan, A., Sunkel, C., Bourbon, H., Wright, M., and B. Raynaud-Messina. 2006. The Drosophila  $\gamma$ -Tubulin Small Complex Subunit Dgrip84 is Required for Structural and Functional Integrity of the Spindle Apparatus. *Molecular Biology of the Cell*. 17(1): 272–282.
- Comlekcioglu, N., and M. Ozden. 2019. Polyploidy Induction by Colchicine Treatment in Golden Berry (*Physalis peruviana*), and Effects of Polyploidy on Some Traits. *Journal of Animal & Plant Sciences*. 29(5): 1336-1343.
- Corinne, A. T., and P. T. Conduit. 2018. Microtubule Nucleation by  $\gamma$ -tubulin Complexes and Beyond. *Essays in Biochemistry*. 62(6): 765-780.
- Cornea-Cipcigan, M., and D. Pamfil. 2019. Expression Effects of CHI and CHS Genes and Colchicine Treatment in Yellow Flowered *Cyclamen*: a Review. *Bulletin of University of Agricultural Science and Veterinary Medicine Cluj-Napoca Horticulture*. 76(1).
- Cota-Sánchez, J. H., and M. C. Bomfim-Patricio. 2010. Seed Morphology, Polyploidy and the Evolutionary History of the Epiphytic Cactus *Rhipsalis baccifera* (Cactaceae). *Polibotánica*. (29): 107-129.
- Cote, R. H., and G. G. Borisy. 1981. Head-to-Tail Polymerization of Microtubules In Vitro. *Journal of Molecular Biology*. 150(4): 577–599.
- Crowder, L. V. 2015. *Genetika Tumbuhan (Terjemahan)*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Damanik, S. R. A., Setiada, H., dan D. S. Hanafiah. 2018. Pengaruh Kolkisin terhadap Keragaman Morfologi dan Jumlah Kromosom Tanaman *Aglaonema* Varietas Dud Unjamaanee. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 6(2): 362-370.
- Daryono, B. S., and R. M. Tammu. 2023. *Karakteristik, Potensi Genetik, dan Pemanfaatan Cabai Katokkon Asal Toraja, Indonesia*. UGM PRESS, Yogyakarta.
- De Robertis, E., and C. M. Franchi. 1953. The Submicroscopic Organization of Axon Material Isolated from Myelin Nerve Fibers. *Journal of Experimental Medicine*. 98(3):269–276.
- del Pozo, J. C., and E. Ramirez-Parra. 2015. Whole Genome Duplications in Plants: an Overview from *Arabidopsis*. *Journal of Experimental Botany*. 66(22): 6991–7003.
- Dermen, H. 1940. Colchicine Polyploidy and Technique. *The Botanical Review*. 6(11): 599-635.
- De-The, G. 1964. Cytoplasmic Microtubules in Different Animal Cells. *Journal of Cell Biology*. 23(2):265–275.
- Eigsti, O. J. 1947. The Pollen Tube Method for Making Comparisons of Differences in Mitotic Rates between Diplod and Tetraploid. *Genetics*. 32: 85.

- Eng, W. H., and W. S. Ho. 2019. Polyploidization using Colchicine in Horticultural Plants: A Review. *Scientia Horticulturae*. 246: 604-617.
- Enjelina, W. 2010. Induksi Tetraploid Tanaman Lili Hujan (*Z. rosea* Lindl.). *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Andalas, Padang.
- Fathurrahman, F. 2019. Peningkatan Produksi Kacang Hijau (*Phaseolus radiatus*) melalui Perlakuan Kolkisin dan Lama Perendaman. *Jurnal Agrobitekper*. 5(2): 63-71.
- Felix, W. P., Dutilh, J. H., Melo, N. F., Almeida, A., and L. P. Felix. 2007. Citogenética de Duas Espécies de *Zephyranthes* Herb. (Amaryllidaceae–Hipeastreae) Cultivadas. *Revista Brasileira de Biociências*. 5(1): 294-296.
- Fibrianty, E. 2019. Teknik Persilangan *Zephyranthes* sp. *Iptek Hortikultura*. 16.
- Fuks, F. 2005. DNA Methylation and Histone Modifications: Teaming Up to Silence Genes. *Current Opinion in Genetics & Development*. 15(5): 490-495.
- Gantait, S., Mandal, N., Bhattacharyya, S., and P. K. Das. 2011. Induction and Identification of Tetraploids using In Vitro Colchicine Treatment of *Gerbera jamesonii* Bolus cv. Sciella. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 106 (2): 485-493.
- Geissler, S., Pereira, G., Spang, A., Knop, M., Soues, S., Kilmartin, J., and E. Schiebel. 1996. The Spindle Pole Body Component Spc98p interacts with the Gamma-tubulin-like Tub4p of *Saccharomyces cerevisiae* at the Sites of Microtubule Attachment. *EMBO Journal*. 15: 3899–3911.
- Girsang, R. M. Y. 2020. Karakter Fenotipe Lili (*Lilium longiflorum* Thunb.) hasil Induksi Mutasi dengan Menggunakan Kolkisin. *Skripsi*. Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Głowacka, K., Jeżowski, S., and Z. Kaczmarek. 2010. In Vitro Induction of Polyploidy by Colchicine Treatment of Shoots and Preliminary Characterisation of Induced Polyploids in Two *Miscanthus* Species. *Industrial Crops and Products*. 32(2): 88-96.
- Golembeski, G. S., Kinmonth-Schultz, H. A., Song, Y. H., and T. Imaizumi. 2014. Photoperiodic Flowering Regulation in *Arabidopsis thaliana*. *Advances in botanical research*. 72: 1-28.
- Gultom, T. 2016. Pengaruh Pemberian Kolkisin terhadap Jumlah Kromosom Bawang Putih (*Allium sativum*) Lokal Kultivar Doulu. *Jurnal Biosains*. 2(3): 165-172.
- Gunawardane, R. N., Lizarraga, S. B., Wiese, C., Wilde, A., and Y. Zheng. 1999.  $\gamma$ -Tubulin Complexes and Their Role in Microtubule Nucleation. *Current Topics in Developmental Biology*. 49: 55-73.
- Handayani, R. S., Yusuf, M., and A. Akmal. 2018. Potential Changes in Watermelon (*Citrullus lannatus*) Ploidy Treated by Colchicine. *Journal of Tropical Horticulture*. 1(1): 10-14.



- Harsanti, L., & Yulidar, Y. 2019. Pertumbuhan Varietas Kedelai (*Glycine max* (L.) Merrill) pada Generasi M2 dengan Teknik Mutasi. *Jurnal Sains dan Teknologi Nuklir Indonesia*. 20(1): 1-8.
- Haryanti, S. 2010. Pengaruh Naungan yang Berbeda terhadap Jumlah Stomata dan Ukuran Porus Stomata Daun *Zephyranthes rosea* Lindl. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*. 18(1).
- Hasana, N., and I. Apriani. 2020. The Effect of Colchicine against Phenotypes and Stomata Pakcoy (*Brassica rapa* L.) Hydroponically with the NFT (Nutrient Film Technique) System. *Jurnal Biota*. 6(1): 37-41.
- Hawkins, T., Mirigian, M., Yasar, M. S., and J. L. Ross. 2010. Mechanics of Microtubules. *Journal of biomechanics*. 43(1): 23-30.
- Herawati, M. M., Pudjihartati, E., Pramono, S., Sulistyaningsih, E., and A. Purwanto. 2015. Obtaining *Artemisia cina* Polyploidy through Plant Growth Regulator Treatment in Shoot Culture. *Journal of Agricultural Science*. 37(2): 178-184.
- Hidayat, Nur. 2012. *Teknologi Pertanian dalam Perspektif Islam*. Diakses pada 27 Mei 2022. <<http://nurhidayat.lecture.ub.ac.id/2012/01/06/teknologi-pertanian-dalam-perspektif-islam/>>.
- Horio, T., and T. Murata. 2014. The Role of Dynamic Instability in Microtubule Organization. *Frontiers in Plant Science*. 5.
- Husband, B.C., Baldwin SJ, and H. A. Sabara. 2016. Direct vs. Indirect Effects of Whole-Genome Duplication on Prezygotic Isolation in *Chamerion angustifolium*: Implications for Rapid Speciation. *American Journal of Botany*. 103: 1259–1271.
- Iftitah, S. N. 2023. Hasil Tanaman Stroberi (*Fragaria ananassa* Duschesne) pada Konsentrasi dan Lama Perendaman Kolkhisin. *Biofarm*. 19(1): 65-76.
- Imery, J., & Cequea, H. 2001. Colchicine-Induced Autotetraploid in *Aloe vera* L.. *Cytologia*. 66(4): 409-413.
- Ishlah, M. A., Akhlish, M., Insani, P. P., and F. Kusmiyati. 2022. Pengaruh Konsentrasi Kolkisin Terhadap Fenotipe Tanaman Air Mata Pengantin (*Antigonon leptopus*). *JAGROS*. 7(1): 1-9.
- Ismawati, Utari. 2015. Meningkatkan Daya Saing Florikultura Menyongsong MEA. Diakses tanggal 19 Juni 2022. <https://pertanian.pontianakkota.go.id/artikel/35-meningkatkandaya-saing-florikultura-menyongsong-mea.html>
- Jain, S. M. 2010. Mutagenesis in Crop Improvement under the Climate Change. *Romanian Biotechnological Letters*. 15(2): 88-106.
- Jiang, Z., Yu, J., Ma, S., and Y. Wang. 2011. Dynamic Changes of Stomatal Characteristics during the Flower, Fruit and Leaf Developments of *Zephyranthes candida* (Lindl.) Herb. *African Journal of Biotechnology*. 10(62): 13470-13475.
- Job, D., Valiron, O., and Oakley, B. 2003. Microtubule Nucleation. *Current Opinion in Cell Biology*. 15(1): 111-117.
- Jordanov, R., Zheljaskov, V., and R. T. Raev. 1995. Induced Polyploidy in Lavender. *International Symposium on Medicinal and Aromatic*

*Plants*. Angers, Prancis.

- Joshi, P., and R. C. Verma. 2004. High Frequency Production of Colchicine Induced Autotetraploids in Faba Bean (*Vicia faba* L.). *Cytologia*. 69(2): 141-147.
- Joubes, J., and C. Chevalier. 2000. Endoreduplication in Higher Plants. *Plant Molecular Biology*. 43: 735–745.
- Katayama, T. 1963. X-ray Induced Chromosomal Aberrations in Rice Plants. *The Japanese Journal of Genetics*. 38(1): 21-31.
- Kazemi, M., and B. Kaviani. 2020. Anatomical, Morphological, and Physiological Changes in Colchicine-treated Protocorm-like Bodies of *Catsetum pileatum* Rchb.f. in Vitro. *Cogent Biology*. 6(1).
- KBRI Mozambik, 2021. *Tanaman Hias Indonesia yang Penuhi Potensi Pasar Dunia*. Diakses pada 24 Mei 2022. <<https://kemlu.go.id/maputo/id/news/13359/tanaman-hias-indonesia-yang-penuhi-potensi-pasar-dunia>>.
- Kehr, A. E. 1996. Woody Plant Polyploidy. *Am Nurseryman*. 183: 38–47.
- Kellogg, D. R., Moritz, M., and B. M. Alberts. 1994. The Centrosome and Cellular Organization. *Annual Review of Biochemistry*. 63(1): 639-674.
- Kementrian Keuangan. 2021. *Ekspor Tanaman Hias Indonesia Naik 69,7 % selama Pandemi*. Diakses pada 24 Mei 2022. <<https://www.kemenkeu.go.id/publikasi/berita/ekspor-tanaman-hias-indonesia-naik-69-7-selama-pandemi/>>.
- Kerling, L. C. P. 1941. The Gregarious Flowering of *Zephyranthes rosea* Lindl. *Ann. Bot. Gard. Buitenzorg*. 51: 1-42.
- Kermani, M. J., Sarasan, V., Roberts, A. V., Yokoya, K., Wentworth, J., and Sieber, V. K. 2003. Oryzalin-Induced Chromosome Doubling in Rosa and its Effect on Plant Morphology and Pollen Viability. *Theoretical and Applied Genetics*. 107:1195-1200.
- Knop, M., and E. Schiebel. 1997. Spc98p and Spc97p of the Yeast Gamma-tubulin Complex Mediate Binding to the Spindle Pole Body via their Interaction with Spc110p. *EMBO J*. 16: 6985-6995.
- Knop, M., Pereira, G., Geissler, S., Grein, K., and E. Schiebel. 1997. The Spindle Pole Body Component Spc97p interacts with the Gamma-tubulin of *Saccharomyces cerevisiae* and Functions in Microtubule Organization and Spindle Pole Body Duplication. *EMBO Journal*. 16: 1550–1564.
- Kost, B., Mathur, J., and N. H. Chua. 1999. Cytoskeleton in Plant Development. *Current Opinion in Plant Biology*. 2(6): 462-470.
- Kudo N, Kimura Y. 2002. Nuclear DNA Endoreduplication during Petal Development in Cabbage: Relationship between Ploidy Levels and Cell Size. *Journal of Experimental Botany*. 53: 1017–1023.
- Larsen, P. and Mintung, S. 1950. Growth Promoting and Growth Retarding Substances in Pollen from 2n and 3n Apple Varieties. *Botanical Gazette*. 3: 436-447.
- Lavania, U. C., Srivastava, S., Lavania, S., Basu, S., Misra, N. K., and Y. Mukai. 2012. Autopolyploidy Differentially influences Body



- Size in Plants, but Facilitates Enhanced Accumulation of Secondary Metabolites, causing Increased Cytosine Methylation. *The Plant Journal*. 71(4): 539-549.
- Ledbetter, M., and K. Porter. 1964. Morphology of Microtubules of Plant Cell. *Science*. 144: 872–874.
- Lelang, M. A., and M. K. Seran. 2020. Pengaruh Konsentrasi Kolkisin terhadap Keragaan Fenotipe Cabai Rawit Lokal (*Capsicum frutescens* L.) asal Pulau Timor. *Savana Cendana*. 4(1).
- Lembaga Pembiayaan Ekspor Indonesia. 2021. *Ekspor Tanaman Hias Indonesia Naik 69,7% Selama Pandemi*. Diakses pada 24 Mei 2022.  
<<https://www.indonesiaeximbank.go.id/news/detail/ekspor-tanaman-hias-indonesia-naik-69-7-selama-pandemi>>.
- Leung, Y. Y., Hui, L. L. Y., and V. B. Kraus. 2015. Colchicine-Update on Mechanisms of Action and Therapeutic Uses. *Seminars in Arthritis And Rheumatism*. 45(3).
- Lewis, R. J. 2007. *Hawley's Condensed Chemical Dictionary 15th Edition*. John Wiley dan Sons, Inc, New York.
- Liu, G., Li, Z., and M. Bao. 2007. Colchicine-Induced Chromosome Doubling in *Platanus acerifolia* and its Effect on Plant Morphology. *Euphytica*. 157: 145-154.
- Liu, J., and C. A. Lessman. 2007. Soluble Tubulin Complexes, Gamma-tubulin, and their Changing Distribution in the Zebrafish (*Danio rerio*) Ovary, Oocyte and Embryo. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B: Biochemistry and Molecular Biology*. 147(1): 56-73.
- Luo, Z., Laffaldano, B. J., and K. Cornish. 2018. Colchicine-Induced Polyploidy has the Potential to Improve Rubber Yield in *Taraxacum kok-saghyz*. *Industrial Crops and Products*. 112: 75-81.
- Ma XinRong, M. X., Kim EunJeong, K. E., and H. Cerutti. 2017. Gene Silencing in Archaeplastida algae. *Plant Gene Silencing: Mechanisms and Applications*. 75-93.
- Mandela, F., Julianto, R. P. D., and M. Nurul. 2022. Poliploidisasi Tanaman Jahe Merah (*Zingiber officinale* var. Rubrum) menggunakan Mutagen Kolkisin. *Buana Sains*. 21(2): 1-6.
- Mansyurdin, H., and D. Murni. 2004. Induksi Tetraploid pada Tanaman Cabai Merah Keriting dan Cabai Rawit dengan Kolkisin. *Stigma*. 7(3): 297-300.
- Manzoor, A., Ahmad, T., Bashir, M. A., Baig, M. M. Q., Quresh, A. A., Shah, M. K. N., and I. A. Hafiz. 2018. Induction and Identification of Colchicine Induced Polyploidy in *Gladiolus grandiflorus* 'White Prosperity'. *Folia Horticulturae*. 30(2): 307-319.
- Marfil, C. F., Duarte, P. F., and R. W. Masuelli. 2018. Phenotypic and Epigenetic Variation Induced in Newly Synthesized Allopolyploids and Autopolyploids of Potato. *Scientia Horticulturae*. 234: 101-109.

- Martin, O.C., Gunawardane, R.N., Iwamatsu, A., and Zheng, Y. 1998. Xgrip109: a Gamma Tubulin-Associated Protein with an Essential Role in Gamma Tubulin Ring Complex (Gammature) Assembly and Centrosome Function. *Journal of Cell Biology*. 141(3): 675-687.
- Masruroh, M. 2018. Poliploidisasi Anggrek *Vanda lombokensis* JJ Sm. menggunakan Kolkisin secara In Vivo. *Skripsi*. Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.
- Mattjik, N. A. 2011. Membangun Usaha Tanaman Hias dan Bunga Potong dengan Mengaplikasikan Bioteknologi Khususnya Kultur Jaringan. *Orasi Purnabakti*, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Meister, G., and T. Tuschl. 2004. Mechanisms of Gene Silencing by Double-stranded RNA. *Nature*. 431(7006): 343-349.
- Melaragno, J. E., Mehrotra B., and A. W. Coleman. 1993. Relationship Between Endopolyploidy and Cell Size in Epidermal Tissue of *Arabidopsis*. *The Plant Cell*. 5: 1661-1668.
- Mitchison, T. J. 1993. Localization of an Exchangeable GTP Binding Site at the Plus End of Microtubules. *Science*. 261(5124): 1044-1047.
- Mitchison, T., and M. Kirschner. 1984. Dynamic Instability of Microtubule Growth. *Nature*. 312: 237-242.
- Mo, L., J. Chen., X. Lou., Q. Xu., R. Dong., Z. Tong., H. Huang and E. Lin. 2020. Colchicine Induced Polyploidy in *Rhododendron fortunei* Lindl. *Journal Plants*. 9(4): 1-13.
- Mohri H. 1968. Amino-Acid Composition of "Tubulin" Constituting Microtubules of Sperm Flagella. *Nature*. 217: 1053-1054.
- Mori, G., and H. Imanishi. 1997. Effects of Temperature on the Growth and Flowering of *Zephyranthes candida* Herb. *Journal of the Japanese Society for Horticultural Science*. 66(1): 133-140.
- Nagatomi, S., and K. Degi. 2009. Mutation Breeding of Chrysanthemum by Gamma Field Irradiation and In Vitro Culture. *Food and Agriculture Organization of United Nations, Rome*. 258-261.
- National Center for Biotechnology Information. 2022. *Compound Summary: Colchicine*. Diakses pada 29 Mei 2022.  
<<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Colchicine>>.
- National Council of Educational Research and Training. 2019. *Gardener*. National Council of Educational Research and Training Publisher, New Delhi.
- Niu, L., Tao, Y. B., Chen, M. S., Fu, Q., Dong, Y., He, H., and Z. F. Xu. 2016. Identification and Characterization of Tetraploid and Octoploid *Jatropha curcas* Induced by Colchicine. *Caryologia*. 69(1): 58-66.
- Noori, S. A. S., Norouzi, M., Karimzadeh, G., Shirkoob, K., and M. Niazian. 2017. Effect of Colchicine-Induced Polyploidy on Morphological Characteristics and Essential Oil Composition of Ajowan (*Trachyspermum ammi* L.). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 130: 543-551.
- Nst, M. W. A., Setiada, H., and Damanik, R. I. M. 2018. Pengaruh Kolkisin

- terhadap Keragaman Genotip dan Fenotip Tanaman *Aglaonema* (*Aglaonema cochinese* Schott.) varietas Lady Valentine. *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 6(3): 599-608.
- Nugroho, Miftahul Fuadi. 2021. Karakter Fenotipe Mawar (*Rosa sp.* var. Megawati) Hasil Induksi Mutasi dengan menggunakan Kolkisin. *Skripsi*. Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- Nunoo, J., Quartey, E. K., Amoatey, H. M., and G.Y.P. Klu. 2014. Effect of Recurrent Irradiation on the Improvement of a Variant Line of Wild Tomato (*Solanum pimpinellifolium*). *Journal of Radiation Research and Applied Sciences*. 7(4): 377-383.
- Nurhasanah., dan Sunaryo, Widi. 2019. *Fusi Protoplas*. IPB Press, Bogor.
- Nyawuame, H. G. K., and L. S. Gill. 1990. Structure and Ontogeny of Stomata in Some Tropical Ornamental Plants (Monocotyledons). *Plant Biosystem*. 124(2-3): 249-258.
- Omidbaigi, R., Yavari, S., Hassani, M. E., and S. Yavari. 2010. Induction of Autotetraploidy in Dragonhead (*Dracocephalum moldavica* L.) by Colchicine Treatment. *Journal of Fruit and Ornamental Plant Research*. 18(1): 23-35.
- O'Neil, M.J. 2006. *The Merck Index, an Encyclopedia of Chemicals, Drugs, and Biologicals*. Merck and Co., Inc, Rahway.
- Osborn, T. C. 2004. The Contribution of Polyploidy to Variation in *Brassica* Species. *Physiologia Plantarum*. 121(4): 531-536.
- Palay, S. 1956. Synapses in the Central Nervous System. *Journal of Biophysical and Biochemical Cytology*. 2(4): 193-202.
- Parjanto, P. 2017. Pembentukan Varietas Sirsak Unggul melalui Pemuliaan Poliploidi: Induksi Poliploidi Tanaman Sirsak dengan Kolkisin. *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*. 27(2): 115-121.
- Pickett-Heaps, J. D., and D. H. Northcote. 1966. Organization of Microtubules and Endoplasmic Reticulum during Mitosis and Cytokinesis in Wheat Meristems. *Journal of Cell Science*. 1(1): 109-120.
- Pikaard, C. S. 2001. Genomic Change and *Gene Silencing* in Polyploids. *Trends in Genetics*. 17(12): 675-677.
- Putranto, Riza Arief. 2016. *Menuju Pengembangan Cisgenesis pada Tanaman Perkebunan dengan Teknologi Genome Editing*. Diakses pada 27 juni 2022. <<http://web.iribb.org/index.php/artikel/61-menuju-pengembangan-cisgenesis-pada-tanaman-perkebunan-dengan-teknologi-genome-editing>>.
- Rahayu, E. M. D., Sukma, D., Syukur, M., and S. A. Aziz. 2015. Induksi Poliploidi menggunakan Kolkisin secara In Vivo pada Bibit Anggrek Bulan (*Phalaenopsis amabilis* (L.) Blume). *Buletin Kebun Raya*. 18(1): 41-48.
- Raina, N. S., dan T. N. Khoshoo. 1972. Cytogenetics of Tropical Bulbous Ornamentals. IX. Breeding Systems in *Zephyranthes*. *Euphytica*. 21(2): 317-323.

- Rasthiti, N. N. S., Adnyana, P. B., and N. L. P. M. Widiyanti. 2015. Analisis Hasil Preparasi Spesimen Struktur Daun Suku Asteraceae dan Pemanfaatannya sebagai Media Pembelajaran Anatomi Tumbuhan. *Jurnal Pendidikan Biologi Undiksha*. 2(1).
- Ren, J., Wu, X., Song, C., Liang, Y.Y., Gao, W., and Y. Wang. 2018. Induction of Polyploid Tillered Onion using Colchicine and Pendimethalin. *Sains Malaysiana*. 47(11): 2617–2624.
- Rochmat, S. M., Rahayu, T., and S. Laili. 2017. Pengaruh Pemberian berbagai Konsentrasi Kolkisin dengan Lama Perendaman terhadap Respon Fenotipik Zaitun (*Olea europaea*). *Jurnal Ilmiah Biosaintropis*. 2(2): 36-41.
- Rudall, P. J., Chen, E. D., and E. Cullen. 2017. Evolution and Development of Monocot Stomata. *American Journal of Botany*. 104(8): 1122-1141.
- Salma, U., Kundu, S., and N. Mandal. 2017. Artificial Polyploidy in Medicinal Plants: Advancement in the Last Two Decades and Impending Prospects. *Journal of Crop Science and Biotechnology*. 20: 9-19.
- Samadi, N., Naghavi, M. R., Moratalla-López, N., Alonso, G. L., and M. Shokrpour. 2022. Morphological, Molecular and Phytochemical Variations Induced by Colchicine and EMS Chemical Mutagens in *Crocus sativus* L. *Food Chemistry: Molecular Sciences*. 4.
- Sanjaya, L., Marwoto, B., and R. Soehendi. 2015. Membangun Industri Bunga Krisan yang Berdaya Saing melalui Pemuliaan Mutasi. *Pengembangan Inovasi Pertanian*. 8(1): 43-54.
- Saputri, R. E., dan Hanafiah, D. S. 2021. Effect of Colchicine on Morphological Diversity of Marigold Plant (*Tagetes erecta* L.). *Jurnal Online Agroekoteknologi*. 9(2): 11-17.
- Sarathum, S., Hegele, M., Tantivivat, S., and M. Nanakorn. 2010. Effect of Concentration and Duration of Colchicine Treatment on Polyploidy Induction in *Dendrobium scabrilingue* L. *European Journal of Horticultural Science*. 75(9): 123-127.
- Schepper, S. D., Leus, L., Mertens, M., Debergh, P., Van Bockstaele, E., and M. D. Loose. 2001. Somatic Polyploidy and its Consequences for Flower Coloration and Flower Morphology in *Azalea*. *Plant Cell Reports*. 20: 583-590.
- Seltzer, V., Janski, N., Canaday, J., Herzog, E., Erhardt, M., Evrard, J.-L., and A.-C. Schmit. 2007. *Arabidopsis* GCP2 and GCP3 are Part of a Soluble Gamma-Tubulin Complex and have Nuclear Envelope Targeting Domains. *Plant Journal*. 52(2): 322–331.
- Shahriari-Ahmadi, F., Dehghan, E., Farsi, M., and M. Azizi. 2008. Tetraploid Induction of *Hyoscyamus muticus* L. using Colchicine Treatment. *Pakistan Journal of Biological Sciences*. 11(24): 2653-2659.
- Shao, J., Chen, C., and X. Deng. 2003. In Vitro Induction of Tetraploid in Pomegranate (*Punica granatum*). *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 75: 241–246.
- Sharafi, S. S., Azadi, P., Jafarkhani, K. M., Abdossi, V., and A. Eskandri.



2021. Evaluation of Different Growth Hormones Mediated Callus Induction and Regeneration as Well as the Effect of Colchicines, Ethyl Methanesulfonate (EMS) and Gamma Radiation on Some Traits of *Impatiens walleriana*. *Genetika*. 53(1): 379-391.
- Sharma, S. K., Yamamoto, M., and Y. Mukai. 2018. Delineation of Methylation and Histone Modification: the Epigenetic Regulatory Marks show Slightly Altered Distribution with the Elevation in Ploidy Level in the Orchid *Dendrobium nobile*. *The Nucleus*. 61: 183-193.
- Shelanski, M. L., and E. W. Taylor. 1967. Isolation of a Protein Subunit from Microtubules. *Journal of Cell Biology*. 34(2): 549–554.
- Shmeit, Y. H., Fernandez, E., Novy, P., Kloucek, P., Orosz, M., and L. Kokoska. 2020. Autopolyploidy Effect on Morphological Variation and Essential Oil Content in *Thymus vulgaris* L. *Scientia Horticulturae*. 263.
- Slautterback, D. B. 1963. Cytoplasmic Microtubules: I. Hydra. *Journal of Cell Biology*. 18: 367–388.
- Slobodnick, A., Shah, B., Pillinger, M. H., and S. Krasnokutsky. 2015. Colchicine: Old and New. *The American Journal of Medicine*. 128(5): 461-470.
- Soeranto, H. 2003. Peran Iptek Nuklir dalam Pemuliaan Tanaman untuk Mendukung Industri Pertanian. *Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir P3TM-BATAN*. Puslitbang Teknologi Isotop dan Radiasi, Badan Tenaga Nuklir Nasional (BATAN), Yogyakarta.
- Spurrier, M.A., Smith, G.L., Flagg, R.O. and A. E. Serna. 2015. A New Species of *Zephyranthes* (Amaryllidaceae) from Mexico. *Novon*. 24(3): 289-295.
- Stephens, R. E. 1970. Thermal Fractionation of Outer Fiber Doublet Microtubules into A- and B-subfiber Components A- and B-tubulin. *Journal of Molecular Biology*. 47(3): 353–363.
- Suminah, S., and A. D. Setyawan. 2002. Induksi Poliploid Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L.) dengan Pemberian Kolkisin. *Biodiversitas*. 3(1): 174-180.
- Sun, Q., Sun, H., Li, L., and R. L. Bell. 2009. In Vitro Colchicine-Induced Polyploid Plantlet Production and Regeneration from Leaf Explants of the Diploid Pear (*Pyrus communis* L.) cultivar 'Fertility'. *The Journal of Horticultural Science and Biotechnology*. 84(5): 548-552.
- Sun, Q., Sun, H., Zhu, E., and L. Li. 2009. Polyploid Induction in Pear In Vitro Treatment with Gamma-rays. *Acta Horticulturae Sinica*. 36(2): 257- 260.
- Suryo, H. 2007. *Sitogenetika*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Tammu, R. M., Nuringtyas, T. R., and B. S. Daryono. 2021. Colchicine Effects on the Ploidy Level and Morphological Characters of Katokkon Pepper (*Capsicum annum* L.) from North Toraja,

- Indonesia. *Journal of Genetic Engineering and Biotechnology*. 19(31): 1-8.
- Thao, N. T. P., Ureshino, K., Miyajima, I., Ozaki, Y., and H. Okubo. 2003. Induction of Tetraploids in Ornamental *Alocasia* through Colchicine and Oryzalin Treatments. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 72: 19-25.
- Tjitrosoepomo, G. 2000. *Morfologi Tumbuhan*. Gajah Mada. University Press, Yogyakarta.
- Traas, J., Hülskamp, M., Gendreau, E., and H. Höfte. 1998. Endoreduplication and Development: Rule without Dividing?. *Current Opinion in Plant Biology*. 1(6): 498-503.
- Uyehara, A. N., and C. G. Rasmussen. 2023. Redundant Mechanisms in Division Plane Positioning. *European Journal of Cell Biology*. 102(2).
- Van de Peer, Y., Mizrachi, E., and K. Marchal. 2017. The Evolutionary Significance of Polyploidy. *Nature Reviews Genetics*. 18(7): 411-424.
- Vardy, L., and T. Toda. 2000. The Fission Yeast Gamma-Tubulin Complex is Required In G (1) Phase and is A Component of The Spindle Assembly Checkpoint. *EMBO Journal*. 19: 6098-6111.
- Vivedru, F. 2016. Upaya Pembungaan *Zephyranthes candida* dengan Perlakuan Interval Pemberian Air dan Aplikasi GA3. *Skripsi*. Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.
- Wang, Y., Chen, X., and C. B. Xiang. 2007. Stomatal Density and Bio-Water Saving. *Journal of Integrative Plant Biology*. 49(10): 1435-1444.
- Wardana, Slamet, A., Andarias, S. H., Bahrin, A. H., and K. Mantja. 2019. Induction of Lili Hujan Polyploid (*Z. rosea* Lindl.) with Ethanolic Extract of Tapak Dara leaf (*Catharanthus roseus* (L.) G. don.) to Increase its Economic Value. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*. 235 (1).
- Warmke, H. E. 1945. Experimental Polyploidy and Rubber Content in *Taraxacum kok-saghyz*. *Botanical Gazette*. 106(3): 316-324.
- Weigel, D., and O. Nilsson. 1995. A Developmental Switch Sufficient for Flower Initiation in Diverse Plants. *Nature*. 377(6549): 495-500.
- Wiendra, N. M. S., Pharmawati, M., and N. P. A. Astiti. 2011. Pemberian Kolkhisin dengan Lama Perendaman Berbeda pada Induksi Poliploidi Tanaman Pacar Air (*Impatiens balsamina* L.). *Jurnal Biologi*. 15(1): 9-14.
- Wu, J., and A. Akhmanova. 2017. Microtubule-Organizing Centers. *Annual Review of Cell and Developmental Biology*. 33: 51-75.
- Wycherley, P. R. 1973. The Phenology of Plants in the Humid Tropics. *Micronesica*. 9(1): 75-96.
- Xiong, Y. and B. R. Oakley. 2009. In Vivo Analysis of the Functions of Gamma-Tubulin-Complex Proteins. *Journal of Cell Science*. 122(22): 4218-4227.
- Yan, Y. J., Qin, S. S., Zhou, N. Z., Xie, Y., and Y. He. 2022. Effects of

- Colchicine on Polyploidy Induction of *Buddleja lindleyana* Seeds. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*. 149(3): 735-745.
- Yankulov, I., and H. Alipur. 1976. New Bulgarian Mutant Varieties of ...mint. *Problemi na eteritchnomaslenoto proizvodstvo*. 15 -16 May, Kazanlyk, Sofia.
- Yulia, N., Prihantoro, I., and P. D. M. H. Karti. 2022. Optimasi Penggunaan Mutagen Kolkisin untuk Peningkatan Produktivitas Tanaman Stylo (*Stylosanthes guianensis* (Aubl.) Sw.). *Jurnal Ilmu Nutrisi dan Teknologi Pakan*. 20(1): 19-24.
- Zhang, X., and J. Gao. 2021. Colchicine-Induced Tetraploidy in *Dendrobium cariniferum* and its Effect on Plantlet Morphology, Anatomy and Genome Size. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 144: 409-420.
- Zhang, X., Cao, Q., and G. Jia. 2017. A Protocol for Fertility Restoration of F1 Hybrid Derived from *Lilium* × *formolongi* Raizan 3' × Oriental hybrid 'Sorbonne'. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 129(3): 375-386.
- Zhou, J., Guo, F., Fu, J., Xiao, Y., and J. Wu. 2020. In Vitro Polyploid Induction using Colchicine for *Zingiber officinale* Roscoe cv. 'Fengtou' Ginger. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*. 142: 87-94.
- Zuyasna, Z., Marliah, A., Rahayu, A., Hayati, E., and R. Husna. 2021. Pertumbuhan Tanaman Nilam MV1 Varietas Lhokseumawe Akibat Konsentrasi dan Lama Perendaman Kolkisin. *Agro Bali: Agricultural Journal*. 4(1): 23-33.

UIN SUNAN AMPEL  
S U R A B A Y A