

## Respon Morfologi Tanaman Ercis (*Pisum sativum* L.) terhadap Induksi Poliplodi Menggunakan Kolkisin

### Morphological Responses of Pea (*Pisum sativum* L.) to Polyploidy Induction with Colchicine

Bendang Sari Arina dan Budi Waluyo\*)

Departemen Budidaya Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Brawijaya  
 Jl. Veteran, Malang 65145 Jawa Timur  
 Email : budiwaluyo@ub.ac.id

#### ABSTRAK

Ercis (*Pisum sativum* L.) merupakan salah satu tanaman legum dengan segala manfaat baik untuk dikonsumsi atau dimanfaatkan di bidang kesehatan dan pertanian. Mengandung 21,2-32,9% protein, 36,9-39% karbohidrat, vitamin A, B1, dan C, mineral seperti kalsium, potasium, magnesium, dan lainnya serta rendah lemak dan sodium menyebabkan ercis sebagai tanaman yang sangat bermanfaat terlebih ercis dapat menginduksi aktivitas antikanker, antidiabetes, antibakteri, anti-inflamasi, dan lainnya. Kandungan dan manfaat yang dimiliki oleh ercis menyebabkan ercis sebagai tanaman dengan permintaan pasar yang cukup tinggi. Indonesia mengimpor ercis setiap tahunnya dari Ukraina, Cina, dan Australia. Untuk pemenuhan kebutuhan pasar ercis di Indonesia, dibutuhkannya peningkatan kualitas dan kuantitas dari ercis di Indonesia. Poliplodi merupakan keadaan terdapat lebih dari satu pasang kromosom, dan dapat meningkatkan kualitas, hasil, dan adaptasi lingkungan pada tanaman. Poliplodi dapat terjadi salah satunya dikarenakan pemberian kolkisin pada tanaman. Kolkisin merupakan suatu senyawa yang berasal dari ekstrak *meadow saffron* yang dapat memengaruhi fase mitosis pada tanaman sehingga menyebabkan penggandaan jumlah kromosom dan memengaruhi karakter morfologi tanaman. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui

respon 3 genotipe ercis terhadap pemberian kolkisin 700 ppm dengan direndam pada tunas selama 2x24 jam. Data dianalisis menggunakan statistika deskriptif dan diuji menggunakan uji-t 5%. Penelitian dilakukan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang pada September-Desember 2022. Hasil penelitian menunjukkan terdapat respon ercis terhadap pemberian kolkisin pada tinggi tanaman, panjang ruas, jumlah bunga, panjang dan bobot kering polong, jumlah biji per polong, bobot kering biji per tanaman, ukuran biji, dan ukuran stomata.

Kata Kunci: Ercis, Kolkisin, Morfologi, *Pisum sativum*.

#### ABSTRACT

Pea (*Pisum sativum* L.) is one of the commercial legume plants with lots of benefits such as to consume and for the health and agriculture field. Consisting of 21,2-32,9% protein, 36,9-39% carbohydrate, vitamin A, B1, and C, lots of minerals such as calcium, potassium, magnesium, and many more, and also low on fat and calories make peas can induce anticancer, antidiabetic, antibacterial, anti-inflammatory, etc. These nutrients and benefits makes pea has a lot of demand, that Indonesia also imports peas from Ukraine, China, and Australia each year. To fulfill the needs of the pea market in Indonesia, it's necessary to improve the quality and quantity of pea. Polyploidy is

where there's more than one pair of chromosomes and can improve the quality, yield, and environmental adaptation of plants. Polyploidy can occur either by giving colchicine to plants. Colchicine is a compound derived from meadow saffron extract that can affect the mitosis phase of plants, causing duplication of chromosomes, and affecting the morphological character of plants. The aim of this research is to identify the response of 3 genotypes of pea being soaked to 700 ppm colchicine for 2x24 hours. The data were analyzed with descriptive statistics and t-test 5% . Result shows that there are responses of colchicine to plant height, length of field, number of flowers, length and dry weight of pods, number of seeds per pod, weight of dried seeds per plant, size of seeds, and size of stomata of pea.

Key words: Colchicine, Morphology, Pea, *Pisum sativum*.

## PENDAHULUAN

Ercis atau *Pisum sativum* merupakan tanaman legume komersial yang cukup umum dikonsumsi di berbagai negara. Tanaman yang disebut Endo di Jepang, Ertjie di Afrika, dan Erbse di Jerman ini mengandung banyak nutrisi diantaranya yaitu 21,2-32,9% protein, 36,9-39% karbohidrat, vitamin A, B1, dan C, mineral seperti kalsium, potasium, magnesium, besi, dan lainnya, karbohidrat kompleks yang tinggi, serta rendah lemak dan sodium (Dahl *et al.*, 2012; Sharma *et al.*, 2015). Kandungan tersebut tentunya lebih tinggi bila dibandingkan dengan tanaman legume lain seperti kacang panjang dan kacang tanah. Kacang panjang memiliki kandungan nutrisi 15-25% untuk protein, 55-65% karbohidrat, vitamin B1, B2, dan lainnya, sedangkan kacang tanah merupakan tanaman yang memiliki kadar lemak tinggi (Toomer, 2017; Quamruzzaman *et al.*, 2022). Ekstrak dari ercis dapat menginduksi aktivitas antikanker, antidiabetes, antibakteri, antilipidemic, anti-inflamasi, antioksidan, dan masih banyak lainnya (Rungruangmaitree dan Wannee, 2017).

Ercis merupakan tanaman musim dingin yang umumnya dibudidayakan dan tumbuh dengan optimal di negara subtropis seperti Kanada, Rusia, Amerika Serikat, Perancis, dan Australia. Tulbek *et al.* (2017) menyatakan bahwa ercis tumbuh dengan optimal pada suhu dingin hingga sejuk, dengan tanah yang subur, ringan, memiliki drainase yang baik, dan kaya akan humus. Namun ercis, tetap dapat tumbuh pada beberapa iklim dan jenis tanah lainnya selama tanah tersebut memiliki drainase yang baik. Kanada, diikuti oleh Rusia, Cina, dan Amerika Serikat merupakan negara penghasil ercis terbesar di dunia (FAO, 2019). Indonesia sendiri mengimpor ercis setiap tahunnya. Pada tahun 2018 hingga 2020, Indonesia mengimpor sekitar 33.906 ton ercis kering dan 1.179 ton ercis hijau baik dalam bentuk kaleng hingga frozen (BPS, 2022; FAOSTAT, 2021). Hal ini dikarenakan Indonesia yang memiliki permintaan pasar yang cukup tinggi untuk ercis, namun masih belum dapat memenuhi permintaan tersebut. Tanaman ercis di Indonesia tersebar di daerah dataran tinggi Pulau Jawa dan Sumatera, dan sebagian besar dibudidayakan di Kabupaten Karo, Garut, Semarang, Temanggung, Probolinggo, dan Kota Batu (Waluyo *et al.*, 2019).

Poliplodi merupakan salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk memenuhi kebutuhan pasar ercis baik secara kualitas dan kuantitas ercis di Indonesia. Poliplodi adalah suatu keadaan dimana terdapat lebih dari dua set kromosom pada sel nukleus tanaman (Sattler *et al.*, 2015). Penggandaan kromosom pada tanaman dapat menyebabkan perubahan pada karakter morfologi tanaman. Salah satu upaya untuk menghasilkan tanaman poliplodi adalah dengan melakukan induksi kolkisin. Kolkisin adalah senyawa yang terkandung dalam tanaman *colchicum autumnale* atau *meadow saffron*. Kolkisin berasal dari ekstraksi umbi dan biji tanaman tersebut dan dapat berperan sebagai anti mitosis. Kolkisin memengaruhi pembelahan mitosis pada tahapan metafase dimana kolkisin menghambat migrasi kromosom menuju bidang ekuator, mengganggu pembentukan

benang spindel sehingga pembelahan kromosom tidak terjadi yang menyebabkan tidak terdapat pembelahan sel, sehingga menyebabkan penggandaan pada jumlah kromosom (Dewitte, 2011; McMillan & Harris, 2018).

Pengaplikasian kolkisin dapat memberikan pengaruh positif maupun negatif pada tanaman, seperti dapat mempercepat atau lambat pertumbuhan tanaman, meningkatkan atau menurunkan kualitas tanaman, menyebabkan tanaman menjadi steril, dan lainnya. Pengaplikasian kolkisin sendiri dapat dilakukan pada biji, akar, daun, maupun tunas tanaman. Pengaplikasian kolkisin dengan konsentrasi dan perlakuan yang berbeda dapat memberikan pengaruh yang berbeda pada tanaman. Kumar et al. (2019) menyatakan bahwa pengaplikasian kolkisin dengan dosis tepat dapat meningkatkan karakter morfologi tanaman, dan pengaplikasian kolkisin dosis minimum memberikan hasil terbaik dibandingkan dengan dosis kolkisin tertinggi.

#### BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di Rumah Kaca Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya, Malang, Jawa Timur. Lokasi secara geografis berada pada ketinggian 526 mdpl dengan suhu rata-rata 23,5°C per tahunnya. Penelitian dilaksanakan pada September sampai dengan Desember 2022. Alat yang digunakan selama penelitian adalah kertas merang, plastik cetik 4x6, plastik wrap, *polybag* 35x35 cm, sekop, gelas, wadah *Impraboard* berukuran 15x7x7 cm, ajir 200 cm, *cutter*, gunting, meteran, benang, jarum, penggaris, alat tulis, label penanda, alat timbang, amplop cokelat, cat kuku bening, selotip bening, ajir bambu, mikroskop lensa objektif 40x, seed germinator, dan kamera.

Bahan yang digunakan merupakan 3 genotipe tanaman ercis yaitu BTG-1, BW2102, dan TMG-3-2, kolkisin 700 ppm, pupuk kandang, NPK (16:16:16), garam pertanian, dan tanah. Perlakuan kolkisin dilakukan dengan merendam bagian tunas ercis pada larutan kolkisin 700 ppm selama 2x24 jam. Perlakuan dilakukan pada ercis

generasi CT<sub>0</sub> (*Colchicine Treatment* 0) dengan 10 tanaman untuk perendaman dan 5 tanaman tanpa perendaman kolkisin pada masing-masing genotipe. Penelitian menggunakan petak tunggal dan data dianalisis menggunakan statistik deskriptif untuk mendapati nilai rata-rata, standar deviasi, dan varians. Data kemudian diuji pada uji-t 5% untuk mengetahui pengaruh pemberian kolkisin pada karakter morfologi tanaman ercis. Pengamatan dilakukan pada panjang ruas, jumlah ruas, tinggi tanaman, jumlah daun, waktu awal muncul bunga, jumlah bunga, umur panen, jumlah polong per tanaman, panjang polong, bobot kering polong per tanaman, jumlah biji per polong, jumlah biji per tanaman, bobot kering biji per tanaman, ukuran biji, panjang stomata, dan lebar stomata. Pengamatan dimulai satu minggu setelah tanaman dipindahkan ke dalam *polybag*.

#### HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengamatan yang dilakukan pada perlakuan genotipe yang diberi kolkisin dengan yang tidak diberikan kolkisin dengan uji t pada taraf 5%, didapatkan bahwa tidak terdapat pengaruh signifikan pemberian kolkisin terhadap jumlah ruas tanaman ercis genotipe BTG-1, BW2102, dan TMG-3-2. Pada panjang ruas tanaman, terdapat pengaruh signifikan dari pemberian kolkisin terhadap panjang ruas tanaman ercis pada genotipe TMG-3-2, yang menunjukkan ruas pada tanaman dengan pemberian kolkisin lebih panjang dari tanaman tanpa kolkisin. Pada tinggi tanaman didapatkan bahwa terdapat pengaruh pemberian kolkisin terhadap tinggi tanaman ercis genotipe BW2102, di mana tanaman dengan perlakuan kolkisin memiliki tanaman yang lebih tinggi (Gambar 1). Arindyaswari et al. (2021) menyatakan bahwa terdapat perbedaan signifikan dari tanaman kolkisin dengan tanaman kontrol, di mana tanaman dengan perlakuan kolkisin memiliki tinggi tanaman tertinggi dan terendah.

Pengamatan pada jumlah daun menunjukkan bahwa tidak terdapat pengaruh pemberian kolkisin pada jumlah daun majemuk ercis. Nura et al. (2011)

menyatakan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan pada panjang ruas tanaman

yang diberikan kolkisin dengan tanaman yang tidak diberikan, di mana ruas lebih

**Tabel 1.** Perbandingan variabel antar perlakuan tanpa kolkisin dengan perlakuan diberikan kolkisin (CT<sub>0</sub>) menggunakan uji-t

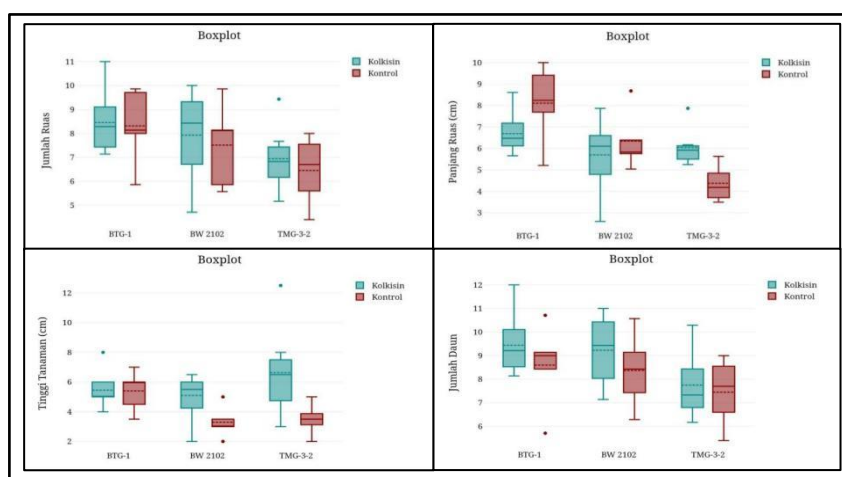
Genotipe	JR	PR	TT	JD	WAMB	JB	UP	JP
BTG-1	0,851	0,060	0,941	0,277	0,583	0,046*	0,185	0,165
BW2102	0,678	0,441	0,029*	0,303	0,744	0,535	0,863	0,518
TMG-3-2	0,597	0,016*	0,087	0,753	0,605	0,695	0,173	0,793

Keterangan : JR: Jumlah Ruas (No.), PR: Panjang Ruas (cm), TT: Tinggi Tanaman (cm), JD: Jumlah daun (No.), WMB: Waktu Awal Muncul Bunga (HST), JB: Jumlah bunga per tanaman (No.), UP: Umur panen (HST), JP: Jumlah polong per tanaman (No.). Tingkat signifikan: \* pengaruh signifikan pada taraf 0,05, pengujian menggunakan uji-t.

**Tabel 2.** Perbandingan variabel antar perlakuan tanpa kolkisin dengan perlakuan diberikan kolkisin (CT<sub>0</sub>) menggunakan uji-t

Genotipe	PP	BKPpT	JBpP	JBpT	BKBpT	UB	PS	LS
BTG-1	0,003*	0,049*	0,058	0,041*	0,020*	0,635	0,001*	0,601
BW2102	0,243	0,537	0,835	0,736	0,305	0,026*	0,049*	0,082
TMG-3-2	0,928	0,865	0,875	0,901	0,167	0,001*	0,638	0,008*

Keterangan : PP: Panjang polong (cm), BKPpT: Bobot kering polong per tanaman (g), JBpP: Jumlah biji per polong (No.), JBpT: Jumlah biji per tanaman (No.), BKBpT: Bobot kering biji per Tanaman (g), UB: Ukuran biji (cm), PS: Panjang stomata (μm), LS: Lebar stomata (μm). Tingkat signifikan: \* pengaruh signifikan pada taraf 0,05, pengujian menggunakan uji-t.



**Gambar 1.** Boxplot Jumlah ruas, panjang ruas, tinggi tanaman, dan jumlah daun tanaman ercis perlakuan tanpa kolkisin dengan perlakuan diberikan kolkisin (CT<sub>0</sub>)

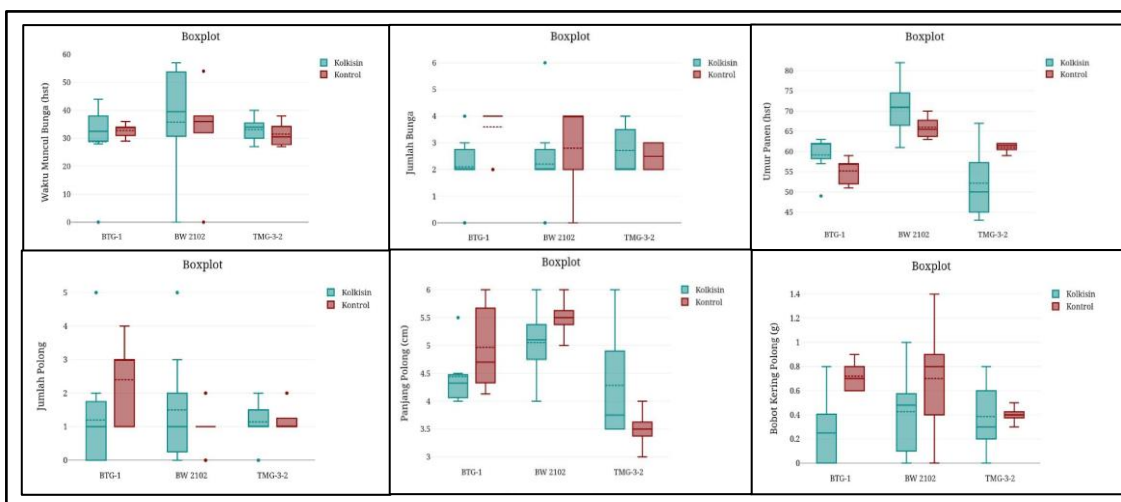
panjang dibandingkan tanaman kontrol atau tanpa pemberian kolkisin (Gambar 1). Selain itu, Ragasova et al. (2016) dalam

penelitiannya menyebutkan bahwa perlakuan kolkisin dapat pemberian

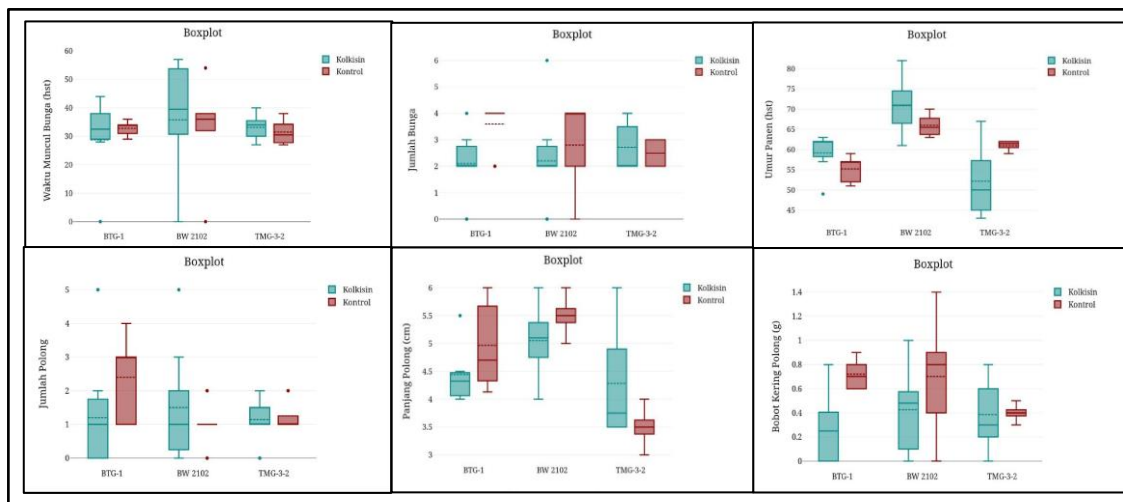
pengaruh pada panjang ruas dan tinggi tanaman.

Pada pengamatan waktu awal muncul bunga, jumlah bunga, dan umur panen, didapatkan bahwa tidak terdapat pengaruh signifikan pemberian kolkisin terhadap waktu awal muncul bunga dan umur panen. Namun terdapat pengaruh signifikan pemberian kolkisin terhadap jumlah bunga per tanaman pada genotipe BTG-1, di mana tanaman dengan perlakuan kolkisin memiliki jumlah bunga yang lebih sedikit dibandingkan dengan tanaman tanpa pemberian kolkisin (Gambar 2). Panen terjadi ketika tanaman ercis berumur 49-62 HST untuk genotipe BTG-1, 61-82 HST untuk genotipe BW2102, dan 43-67 HST dengan perlakuan kolkisin.

Pada tanaman tanpa perlakuan kolkisin, umur panen ercis berada pada rentang 51-60 HST untuk genotipe BTG-1, 56-67 HST untuk genotipe BW2102, dan 59-62 HST untuk genotipe TMG-3-2 (Gambar 2). Karo dan Marpaung (2020), menyatakan bahwa waktu panen tanaman ercis dapat dilakukan pada 6-10 minggu setelah tanam. Rathod *et al.* (2018), menyatakan bahwa terdapat pengaruh signifikan pemberian kolkisin pada jumlah bunga.



**Gambar 2.** Boxplot waktu awal muncul bunga (HST), jumlah bunga per tanaman, umur panen (HST), jumlah polong, panjang polong (cm), dan bobot kering polong (g) ercis perlakuan tanpa kolkisin dengan perlakuan diberikan kolkisin (CT<sub>0</sub>)



**Gambar 3.** Boxplot jumlah biji per polong, jumlah biji per tanaman, bobot kering biji per tanaman (g), ukuran biji (cm), panjang stomata ( $\mu\text{m}$ ), dan lebar stomata ( $\mu\text{m}$ ) ercis perlakuan tanpa kolkisin dengan perlakuan diberikan kolkisin ( $\text{CT}_0$ )

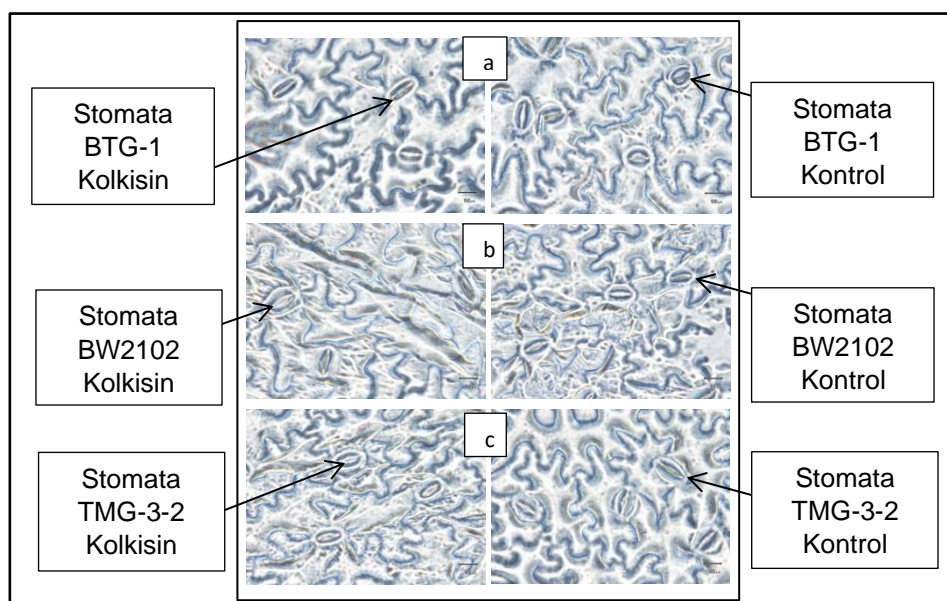
Pada pengamatan hasil panen polong, yaitu jumlah polong per tanaman, panjang polong per tanaman, dan bobot kering polong per tanaman, didapatkan bahwa terdapat pengaruh signifikan pemberian kolkisin pada panjang dan bobot kering polong genotipe BTG-1. Pada BTG-1 didapatkan polong yang lebih pendek dan bobot kering yang lebih ringan dibandingkan dengan tanaman tanpa perlakuan kolkisin. Pada BW2102 dan TMG-3-2, didapatkan bahwa tidak terdapat pengaruh signifikan dari pemberian kolkisin pada jumlah polong, panjang polong, dan bobot kering polong.

Pemberian kolkisin 700 ppm sebagai konsentrasi, didapatkan memberikan pengaruh terhadap jumlah biji per tanaman, bobot kering biji per tanaman, dan ukuran biji ercis. Sedangkan pada pengamatan Jumlah biji per polong, didapatkan bahwa tidak terdapat pengaruh signifikan dari pemberian kolkisin terhadap jumlah biji per polong tanaman ercis. Pada genotipe BTG-1, didapatkan bahwa jumlah biji per tanaman yang diberi perlakuan kolkisin lebih sedikit dari tanaman tanpa perlakuan kolkisin.

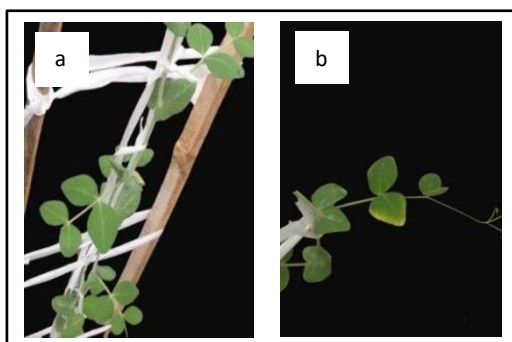
Selain itu, bobot kering biji per tanaman yang dimiliki genotipe BTG-1 lebih

ringan dibandingkan dengan tanaman tanpa perlakuan kolkisin. Ukuran biji yang didapatkan pada genotipe BW2102 dan TMG-3-2 lebih kecil apabila dibandingkan dengan tanaman dengan perlakuan tanpa kolkisin.

Pada pengamatan stomata, didapatkan bahwa terdapat pengaruh signifikan pada pemberian kolkisin terhadap ukuran stomata. Pada BTG-1 dan BW2102, didapatkan bahwa pada tanaman dengan perlakuan kolkisin memiliki ukuran stomata lebih panjang dari tanaman tanpa perlakuan kolkisin. Pada genotipe TMG-3-2, didapatkan bahwa ukuran lebar stomata tanaman perlakuan kolkisin lebih kecil dibandingkan dengan tanaman tanpa perlakuan kolkisin. Hal ini dapat dilihat pada gambar boxplot (Gambar 3) dan stomata (Gambar 4) tanaman ercis, dapat dilihat bahwa pada tanaman dengan perlakuan kolkisin memiliki ukuran stomata yang lebih panjang pada genotipe BTG-1 dan BW2102, dan lebih lebar pada genotipe TMG-3-2 dibandingkan dengan tanaman kontrol. Munzbergova (2017), menyatakan bahwa ukuran stomata dapat dipengaruhi secara signifikan oleh level ploidi, di mana tanaman poliploidi memiliki ukuran stomata yang lebih besar.



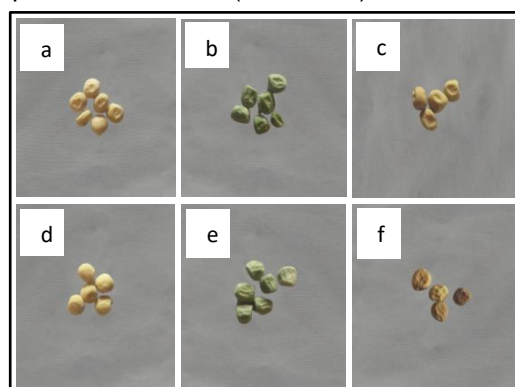
**Gambar 4.** Ukuran stomata pada Genotipe BTG-1 Kolkisin (kiri) dan Kontrol (kanan), BW2102 Kolkisin (kiri) dan Kontrol (kanan), TMG-3-2 Kolkisin (kiri) dan Kontrol (kanan); (— : 50  $\mu$ m)



**Gambar 5.** Daun pada Tanaman Ercis Genotipe BTG-1 kontrol (a) dan kolkisin (b).

Selain itu, berdasarkan hasil penelitian didapatkan bahwa pada tanaman dengan perlakuan kolkisin rata-rata memiliki warna kekuningan pada tepi daun (Gambar 5). Hal ini sesuai dengan Manzoor *et al.* (2019), di mana pada penelitiannya terdapat warna kekuningan pada tepi daun pada tanaman dengan perlakuan kolkisin. Pada pengamatan biji kering ercis genotipe BTG-1, BW2102, dan TMG-3-2, didapatkan bahwa biji memiliki warna yang tidak jauh berbeda. Namun pada tanaman kontrol genotipe TMG-3-2, biji berwarna sedikit

lebih coklat dengan permukaan biji lebih berkeriput dibandingkan dengan tanaman perlakuan kolkisin (Gambar 6).



**Gambar 6.** Biji Kering Ercis Perlakuan Kolkisin Genotipe BTG-1 (a), BW2102 (b), TMG-3-2 (c) dan Biji Kering Ercis Perlakuan Kontrol Genotipe BTG-1 (d), BW2102 (e), TMG-3-2 (f).

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan bahwa pemberian kolkisin 700 ppm pada tunas ercis (*Pisum*

*sativum* L.) generasi CT<sub>0</sub> memberi pengaruh terhadap tinggi tanaman, panjang ruas, jumlah bunga, panjang polong, bobot kering polong, jumlah biji per polong, bobot kering biji per tanaman, ukuran biji, dan ukuran stomata. Pemberian kolkisin mengakibatkan tanaman lebih tinggi, ruas lebih panjang, ukuran polong yang lebih pendek, bobot kering polong yang lebih ringan, jumlah biji per polong yang lebih sedikit, bobot kering biji per tanaman yang lebih ringan, ukuran biji yang lebih kecil, stomata yang lebih panjang dengan lebar yang lebih kecil.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Arindyaswari, A., N. Etikawati, and Suratman. 2021.** Effect of colchicine on chromosome number, morphological character and  $\beta$ -caroteneproduction of *Amaranthus tricolor's red giti cultivar*. *Cell Biology and Development* 5(1): 18–24. <https://doi.org/10.13057/cellbioldev/v050103>.
- Badan Pusat Statistik. 2022.** Data ekspor dan impor peas (*Pisum sativum*) 2018-2022. Badan Pusat Statistik Indonesia. <https://www.bps.go.id>.
- Dahl, W.J., L.M. Foster, and R.T. Tyler. 2012.** Review of benefit health of pea (*Pisum sativum* L.). *British Journal of Nutrition* 108(1): S1–S10. <https://doi.org/10.1017/S0007114512000852>.
- Dewitte, A., K. Van Laere, and J. Van Huylenbroeck. 2011.** Use of 2n gametes in plant breeding. *Plant Breeding*. Intech. Belgia. <https://doi.org/10.5772/29827>.
- Food and Agriculture Organization of the United Nation. 2019.** The global identification of tetraploids using in vitro colchicines treatment of *Gerbera jamesonii* Bolus cv. Sciella. *Plant Cell Tissue and Organ Culture* 106: 485–493.
- Food and Agriculture Organization Corporate Statistical Database. 2021.** Crops and livestock products: dry peas and green peas. <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>
- Quamruzzaman, A.K.M., F. Islam, L. Akter, A. Khatun, S.R. Mallick, A. Gaber, A. Laing, M. Brestic, and A. Hossain. 2022.** Evaluation of the quality of yard-long bean (*Vigna unguiculata* sub sp. *sesquipedalis* L.) cultivars to meet the nutritional security of increasing population. *Agronomy* 12(2195): 1–12. <https://doi.org/10.3390/agronomy12092195>.
- Karo, B.B., dan A.E. Marpaung. 2020.** Respon asal biji pada polong dan jarak tanam terhadap produksi polong dan benih kacang kapri (*Pisum sativum* L.). *Jurnal Agroteknosains* 4(1): 1–6. [http://portaluniversitasquality.ac.id:5388/ojsystem/index.php/AGROTEKNO\\_SAINS/article](http://portaluniversitasquality.ac.id:5388/ojsystem/index.php/AGROTEKNO_SAINS/article).
- McMillan, D.B., and R.J. Harris 2018.** Cell division. *An Atlas of Comparative Vertebrate Histology*. p. 27–41.
- Manzoor, A., T. Ahmad, M.A. Bashir, I.A. Hafiz, and Cristian Silvestri. 2019.** Studies on colchicine induced chromosome doubling for enhancement of quality traits in ornamental plants. *Plants* 8(194): 1–16. <https://doi.org/10.3390/plants8070194>.
- Munzbergova, Z. 2017.** Colchicine application significantly affects plant performance and the second generation of synthetic polyploids and its effects vary between populations. *Annals of Botany* 120: 329–339. <https://doi.org/10.1093/aob/mcx070>
- Ragasova, L., and I. Ondrasek. 2016.** Chromosome number increasing in *torenia hybrid* by application of colchicine tablet. *Thailand Journal Science and Technology* 5(2): 200–212. <https://doi.org/10.14456/tjst.2016.20>
- Rathod, A.D., S.R., Patil, P.N. Taksande, G.W. Karad, V.B. Kalamkar, and V.S. Jayade. 2018.** Effect of colchicine on morphological and



- biometrical traits in african marigold. Journal of Soils and Crops 28(1): 72–80.  
<http://ascrsnagpur.com/journals.php>
- Rungruangmaitree, R., and W. Jiraungkoorskul. 2017.** Pea, *Pisum sativum*, and it's anticancer activity. Pharmacognosy Reviews 11(21): 39–42.  
[https://doi.org/10.4103/phrev.phrev\\_57\\_16](https://doi.org/10.4103/phrev.phrev_57_16)
- Sattler, M.C., C.R. Carvalho, and W.R. Clarindo. 2015.** The polyploidy and it's key role in plant breeding. Planta 243(2): 281–296. <https://doi.org/10.1007/s00425-015-2450-x>
- Sharma, S., N. Singh, A. Singh Viridi, and J.C. Rana. 2015.** Quality traits analysis and protein profiling of field pea (*Pisum sativum*) germsplasm from Himalayan region. Food Chemistry 172: 528–536.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.108>
- Toomer, O.T. 2017.** Nutritional chemistry of the peanut (*Arachis hypogaea*). Critical reviews in food science and nutrition 58(17):3042–3053.  
<https://doi.org/10.1080/10408398.2017.1339015>
- Tulbek, M.C., R.S.H. Lam, Y.C. Wang, P. Asajavaru, and A. Lam. 2017.** Pea: a sustainable vegetable protein crop. Plant Derived Proteins I(9): 145–164.  
<https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802778-3.00009-3>
- Waluyo, B., D. Saptadi, and C.U. Zanetta. 2019.** Diversity and genetic potential of Indonesia pea (*Pisum sativum* L.) landrace based on morphological traits in Lowlands. Transactions of Persatuan Genetik Malaysia No.10: 13-19.  
<https://www.researchgate.net/publication/343689011>