

Peningkatan Keragaman Tanaman Kacang Bogor (*Vigna subterranea* L.) Menggunakan Kolkisin dengan Metode Tetes

Increasing the Diversity of Bambara Groundnut Plants (*Vigna subterranea* L.) Using Colchicine by Drop Method

Maliarta Safira, Sri Lestari Purnamaningsih dan Darmawan Saptadi*)

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

ABSTRAK

Kacang bogor (*Vigna subterranea* L.) merupakan tanaman kacang-kacangan yang berasal dari Afrika. Tanaman ini memiliki potensi yang menjanjikan dari segi agronomi, kandungan gizi dan manfaat kesehatan. Peningkatan keragaman genetik kacang bogor masih sangat rendah dalam segi kualitas dan potensi. Induksi poliploid menjadi salah satu cara untuk mendapatkan sumber genetik berdaya hasil tinggi dengan pemberian mutagen kimia seperti kolkisin. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mempelajari frekuensi pengaplikasian kolkisin dengan metode tetes yang optimal sebagai upaya peningkatan keragaman tanaman kacang bogor. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2022 hingga September 2022 yang berlokasi di Laboratorium Pemuliaan Tanaman Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya serta Lahan Percobaan Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) satu faktor perlakuan dengan taraf F0: kontrol (tanpa penetasan kolkisin), F1: penetasan 1 kali (dilakukan dalam 1 hari), F2: penetasan 2 kali (dilakukan dalam 1 hari), F3: penetasan 4 kali (dilakukan dalam 2 hari) dan F4: penetasan 6 kali (dilakukan dalam 3 hari). Konsentrasi kolkisin yang digunakan adalah 0.2%. Analisis keragaman tanaman, dilakukan dengan perhitungan koefisien keragaman (KK). Pada penelitian ini, perlakuan penetasan kolkisin sebanyak 6 kali dapat meningkatkan rerata pada karakter panjang dan lebar daun, panjang dan lebar

stomata, umur berbunga, panjang dan lebar biji serta bobot 100 biji. Kemudian perlakuan penetasan kolkisin sebanyak 6 kali juga dapat meningkatkan nilai koefisien keragaman pada karakter panjang dan lebar daun, panjang stomata, jumlah polong per tanaman, jumlah biji per tanaman, bobot 100 biji serta bobot biji. Kata Kunci: Kacang Bogor, Keragaman, Kolkisin, Poliploid.

ABSTRACT

Bambara groundnut (*Vigna subterranea* L.) is a legume plant originating from Africa. This plant has promising potential in terms of agronomy, nutritional content and health benefits. The increase in genetic diversity of Bambara groundnut is still very low in terms of quality and potency. Polyploidy induction is one way to obtain high-yielding genetic resources by administering chemical mutagens such as colchicine. The purpose of this study was to study the optimal application frequency of colchicine using the drop method as an effort to increase the diversity of Bambara groundnut. This research used a randomized block design (RBD) with one treatment factor with a level of F0: control (without colchicine instillation), F1: 1 drop (done in 1 day), F2: 2 drops (done in 1 day), F3: 4 drops (done in 2 days) and F4: 6 drops (done in 3 days). The concentration of colchicine used 0.2%. Analysis of plant diversity was carried out by calculating the coefficient of variance (CV). In this research, 6 drops colchicine treatment increased the

mean on the characters of length and width of leaves, length and width of stomata, flowering age, length and width of seeds and weight of 100 seeds. Then the 6 drops colchicine treatment also increased the coefficient of variance on the characters of leaf length and width, stomata length, number of pods plant, number of seeds plant, weight of 100 seeds and weight of seeds.

Keywords: Bambara groundnut, Colchicine, Diversity, Polyploidy.

PENDAHULUAN

Kacang bogor termasuk ke dalam jenis tanaman kacang-kacangan yang berasal dari kawasan Afrika Barat. Tanaman kacang bogor ini toleran terhadap kekeringan dan tanah yang minim akan unsur hara, sehingga kacang bogor memiliki potensi yang menjanjikan sekalipun dalam perubahan iklim ekstrem yang kurang mendukung. Produksi tanaman kacang bogor masih sangat rendah di Indonesia. Selain rendahnya produksi yang didapatkan, umur panen yang panjang yaitu lima bulan dan penggunaan benih yang tidak seragam membuat petani enggan menanam tanaman ini dan lebih beralih ke tanaman lainnya. Terlebih belum banyak juga dilakukannya penelitian terhadap kacang bogor untuk mengetahui karakteristik dan kualitas dari tanaman kacang bogor yang terbaik (Mabhaudhi *et al.* 2013). Sehingga perlu dilakukannya upaya perbaikan secara genetik sebagai upaya meningkatkan kualitas dari tanaman kacang bogor. Induksi poliploid menjadi salah satu cara untuk mendapatkan sumber genetik berdaya hasil tinggi dengan pemberian mutagen kimia seperti kolkisin.

Kolkisin merupakan mutagen kimia yang berasal dari umbi tanaman *Colchicum autumnale* L. yang banyak digunakan sebagai agen antimitosis di dalam menginduksi tanaman-tanaman poliploid (Kumar, 2013). Penggunaan kolkisin dapat menyebabkan perubahan penampilan morfologi pada tanaman poliploid meliputi daun, batang, bunga, umbi maupun buah yang lebih besar dibandingkan tanaman diploid. Penelitian yang dilakukan Mallikarjuna *et al.* (2010) pada tanaman kacang tanah mencatat bahwa tanaman yang mengalami poliploidisasi akibat

pemberian kolkisin mengalami peningkatan pada ukuran bunga, daun serta ukuran stomata yang terlihat jauh lebih besar daripada tanaman diploid.

Keberhasilan suatu tanaman mengalami proses poliploidisasi juga tergantung pada cara atau teknik pengaplikasian kolkisin yang tepat. Susrama (2017) juga menambahkan tantangan utama yang dihadapi adalah menemukan tanaman yang tepat untuk bisa menghasilkan tanaman mutan dengan karakteristik yang diinginkan. Metode tetes menjadi salah satu metode yang digunakan untuk mengaplikasikan kolkisin. Teknik *drop method* atau meneteskan kolkisin pada titik tumbuh tanaman memberikan peningkatan morfologis yang baik dibandingkan aplikasi perendaman (As'adah, 2016). Selain itu, rekuensi pengaplikasian kolkisin juga perlu diperhatikan. Hal ini dikarenakan kolkisin yang merupakan bahan kimia beracun dapat memberikan efek yang kurang baik pada tanaman misalnya jumlah daun menjadi sedikit dan ukuran daun mengecil (Mahyuni *et al.*, 2015). Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari frekuensi pengaplikasian kolkisin dengan metode tetes yang optimal sebagai upaya peningkatan keragaman tanaman kacang bogor. Terdapat frekuensi pengaplikasi kolkisin yang optimal sehingga mampu meningkatkan keragaman tanaman kacang bogor dengan metode tetes.

BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei hingga September 2022 yang berlokasi di Laboratorium Pemuliaan Tanaman, Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya dan Lahan Percobaan Fakultas Pertanian Kelurahan Jatimulyo. Alat yang digunakan dalam penelitian diantaranya plastik bening, gelas ukur, spatula, pipet, botol kaca, sarung tangan, masker, polibag berukuran 30x30 cm, tray, ember, cetok, sekop, gunting, alat tulis, label nama, penggaris, kutek, selotip transparan, timbangan analitik, jangka sorong, mikroskop, serta kamera. Bahan yang digunakan yaitu galur SS 3.4.2 yang merupakan galur terbaik dari hasil seleksi, uji stabilitas serta pengujian adaptabilitas. Bahan lain yang digunakan yaitu kolkisin bubuk, aquades, DMSO, media tanam berupa

campuran tanah dan pupuk kandang sapi, pupuk SP36, pupuk urea, pupuk KCL, serta pestisida dan insektisida.

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang terdiri dari satu perlakuan frekuensi aplikasi penetesan kolkisin dengan taraf F0: kontrol (tanpa penetesan kolkisin), F1: penetesan 1 kali (dilakukan dalam 1 hari), F2: penetesan 2 kali (dilakukan dalam 1 hari), F3: penetesan 4 kali (dilakukan dalam 2 hari) dan F4: penetesan 6 kali (dilakukan dalam 3 hari). Penetesan kolkisin dilakukan pada jam 07.00 dan jam 17.00. Konsentrasi kolkisin yang digunakan adalah 0.2%. Setiap perlakuan dilakukan 5 kali pengulangan sehingga terdapat 25 satuan percobaan. Masing-masing satuan percobaan terdiri dari 5 tanaman sehingga total tanaman yang digunakan adalah sebanyak 125.

Variabel pengamatan dalam penelitian ini terdiri dari karakter kuantitatif pertumbuhan dan hasil yang meliputi tinggi tanaman (cm), jumlah daun (helai), panjang daun (cm), lebar daun (cm), panjang dan lebar stomata (μm), umur berbunga (hst), jumlah polong per Berdasarkan pengamatan pada karakter tinggi tanaman menunjukkan bahwa perbedaan frekuensi pengaplikasian kolkisin dapat meningkatkan dan menurunkan tinggi tanaman kacang bogor. Hal ini dapat dilihat pada frekuensi penetesan 1 kali menghasilkan nilai rerata yang tertinggi dibandingkan dengan tanaman kontrol, tetapi pada frekuensi penetesan 2 kali, 4 kali dan 6 kali menghasilkan penurunan nilai rerata tinggi tanaman. Pemberian kolkisin tidak selalu meningkatkan tinggi suatu tanaman, dimana frekuensi pengaplikasian kolkisin yang tepat akan memberikan peningkatan pada tinggi tanaman. Menurut Friska dan Daryono (2017) jika perlakuan kolkisin dengan lama penetesan mencapai keadaan optimum maka akan terbentuk poliploid dan sebaliknya jika perlakuan kolkisin dengan frekuensi pengaplikasian yang tidak optimum maka pertumbuhan dan perkembangan tanaman akan terhambat. Selain itu, pemberian kolkisin yang tidak optimal dapat memberikan pengaruh negatif terhadap

tanaman (polong), jumlah biji per tanaman (biji), panjang biji (mm), lebar biji (mm), bobot 100 biji (g) dan bobot biji (g.tan^{-1}). Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis ragam (ANOVA) dengan taraf 5%. Jika hasil analisis ragam menunjukkan pengaruh yang nyata dilakukan uji lanjut menggunakan BNJ pada taraf 5%. Selanjutnya analisis keragaman tanaman dilakukan dengan perhitungan koefisien keragaman (KK) oleh persamaan Moedjiono dan Mejaya (1994):

$$KK = \frac{s}{\bar{x}} \times 100\%$$

s = Simpangan baku

\bar{x} = Rataan hitung

Koefisien keragaman (KK) merupakan ukuran keragaman relatif yang dinyatakan dalam persen (%). Nilai KK menurut Moedjiono dan Mejaya (1994) digolongkan rendah (0% – 25%), sedang (25% – 50%), cukup tinggi (50% – 75%), dan tinggi (75% – 100%).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakter Pertumbuhan Tanaman

pertumbuhan tanaman. Menurut Saraswati *et al.* (2017) penerapan frekuensi pengaplikasian kolkisin yang berbeda-beda dan tidak optimal memungkinkan adanya hasil yang tidak sama walaupun menggunakan cara atau teknik yang sama. Hal ini juga didukung oleh pernyataan Yadav *et al.* (2013) walaupun konsentrasi kolkisin yang digunakan sama pada semua tanaman, tetapi dapat menghasilkan pertumbuhan yang tidak seragam dikarenakan tahap pembelahan sel pada tanaman yang berbeda-beda. Pada karakter jumlah daun didapatkan hasil pemberian kolkisin menyebabkan penurunan jumlah daun tanaman kacang bogor. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Gnanamurthy *et al.* (2012) bahwa perlakuan mutagen menyebabkan penurunan pada karakter morfologi tanaman jagung termasuk jumlah daun. Selanjutnya, berdasarkan hasil penelitian didapatkan hasil semakin sering frekuensi pengaplikasian kolkisin dengan metode tetes maka semakin menyebabkan

Tabel 1. Hasil Pengamatan Karakter Pertumbuhan Tanaman Kacang Bogor Akibat Perlakuan Kolkisin

Perlakuan	TT (cm)	JD (helai)	PD (cm)	LD (cm)	PS (μm)	LS (μm)	UB (hst)
F0 (kontrol)	17.39 a	77.68 b	6.78 a	2.26 a	46.18 a	42.63 a	35.2 a
F1 (penetasan 1 kali)	21.04 c	66.56 ab	7.10 a	2.37 a	49.26 ab	43.52 a	35.4 a
F2 (penetasan 2 kali)	18.32 ab	57.2 a	7.28 a	2.62 a	55.31 bc	51.61 ab	36.2 ab
F3 (penetasan 4 kali)	20.85 c	56.04 a	7.94 ab	2.71 ab	58.10 c	52.87 b	41.6 b
F4 (penetasan 6 kali)	20.18 bc	55.08 a	8.72 b	2.76 b	60.77 c	53.99 b	42.2 b
BNJ 5%	2.35	14.72	1.56	0.49	8.64	9.10	44.82

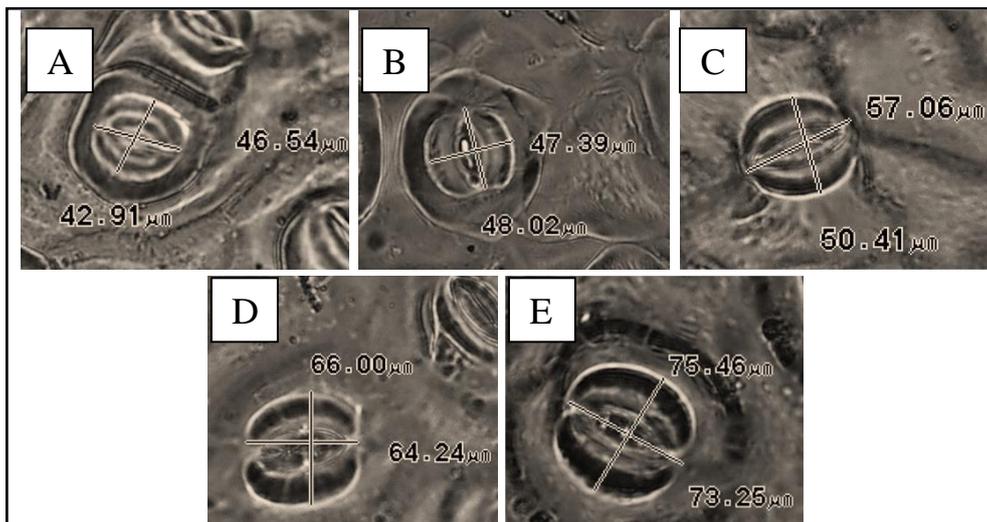
Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada berdasarkan uji BNJ 5%; BNJ = Beda Nyata Jujur; TT = tinggi tanaman; JD = jumlah daun; PD = panjang daun; LD = lebar daun; PS = panjang stomata; LS = lebar stomata; UB = umur berbunga; hst = hari setelah tanam.

penurunan jumlah daun tanaman kacang bogor. Penelitian pengaplikasian kolkisin dengan metode tetes juga dilakukan oleh Maryanti (2012) pada tanaman sirsak yang menghasilkan tanaman dengan perlakuan kolkisin menunjukkan penurunan jumlah daun dibandingkan tanaman tanpa perlakuan kolkisin. Kemudian, penelitian perlakuan kolkisin pada tanaman kacang tanah juga pernah dilakukan oleh Yudiwanti *et al.* (2006) yang melaporkan bahwa perlakuan kolkisin menyebabkan rendahnya jumlah daun yang dihasilkan tanaman kacang tanah. Rendahnya jumlah daun pada tanaman yang diberi perlakuan penetasan kolkisin dikarenakan sifat kolkisin yang dapat menghambat pembentukan daun. Menurut Ariyanto *et al.* (2011) semakin sering frekuensi pengaplikasian kolkisin maka semakin menurunkan jumlah daun tanaman yang dimana hal ini dikarenakan terjadinya hambatan pertambahan jumlah daun pada tanaman akibat perlakuan kolkisin pada awal pertumbuhan.

Berdasarkan hasil pengamatan karakter panjang daun dan lebar daun didapatkan hasil perlakuan kontrol memiliki rerata panjang dan lebar daun terendah dibandingkan tanaman yang diberi perlakuan. Menurut Nura *et al.* (2013) tanaman wijen yang diberi perlakuan kolkisin terbukti mengalami peningkatan pada ukuran daun serta bertambahnya ukuran ruas daun yang lebih besar dibandingkan tanaman kontrol. Selain itu, perbedaan perubahan ukuran daun

tanaman yang yang diberi perlakuan kolkisin juga terlihat pada hasil penelitian yang dilakukan oleh Wiendra *et al.* (2011) bahwa penampilan morfologi tanaman pacar air yang dipengaruhi oleh pemberian kolkisin salah satunya adalah meningkatnya panjang daun. Teknik pengaplikasian yang tepat dapat menjadi salah satu faktor tanaman mengalami poliploidi. Penetasan kolkisin dengan berbagai frekuensi pengaplikasian terbukti meningkatkan ukuran panjang dan lebar daun tanaman kacang bogor yang mana penggunaan teknik pengaplikasian kolkisin dengan metode tetes juga dilakukan oleh Maryanti (2012) menghasilkan kolkisin berpengaruh nyata terhadap peningkatan luas daun tanaman sirsak. Selanjutnya, berdasarkan hasil diketahui bahwa seiring pertambahan frekuensi penetasan kolkisin panjang dan lebar daun tanaman juga bertambah. Hasil ini juga dibuktikan oleh Azizan *et al.* (2020) yang mana hasil panjang dan lebar daun tertinggi didapatkan oleh perlakuan penetasan kolkisin terbanyak.

Pengamatan stomata menjadi salah satu dari beberapa indikator yang paling memperlihatkan adanya pengaruh dari pemberiaan kolkisin pada suatu tanaman. Terlebih pengamatan stomata dilakukan pada daun yang tumbuh setelah diberikan perlakuan penetasan kolkisin, sehingga jika terdapat perbedaan maupun pengaruh maka disebabkan karena adanya perlakuan kolkisin.



Gambar 1. Panjang dan Lebar Stomata Tanaman Kacang Bogor

Keterangan: A) Kontrol; B) Penetasan 1 kali; C) Penetasan 2 kali; D) Penetasan 4 kali; E) Penetasan 6 kali

Pada pengamatan stomata diketahui bahwa tanaman yang diberi perlakuan kolkisin menghasilkan panjang dan lebar stomata yang lebih besar dibandingkan dengan tanaman kontrolnya. Penelitian yang dilakukan oleh Tuwo dan Indrianto (2016) juga menghasilkan ukuran stomata pada tanaman anggrek yang diberi perlakuan kolkisin memiliki ukuran panjang dan lebar stomata yang lebih besar dibandingkan yang kontrol atau tanaman diploidnya. Hasil yang sama juga didapatkan oleh Azizan *et al.* (2020) pada tanaman stevia juga membuktikan bahwa pemberian kolkisin dengan penetasan sebanyak 3 kali terbukti meningkatkan ukuran stomata dibandingkan dengan tanaman kontrolnya. Selain itu, semakin bertambahnya frekuensi penetasan kolkisin maka semakin bertambah juga panjang dan lebar stomata pada daun tanaman kacang bogor yang dapat dilihat pada Gambar 1. Hal ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Masrurroh (2018) menggunakan metode tetes sebanyak 4 kali pada tanaman anggrek yang menghasilkan rerata panjang dan lebar stomata sebesar 68.79 μm dan 60.16 μm . Kemudian, penetasan kolkisin sebanyak 6 kali pada tanaman sutra bombay menghasilkan rerata panjang dan lebar stomata sebesar 69.72 μm dan 83.61 μm (Sari *et al.*, 2017). Hasil ini membuktikan semakin banyak frekuensi pengaplikasian kolkisin maka semakin menunjukkan besar tingkat ploidi

yang menghasilkan ukuran stomata yang juga semakin besar. Terjadinya penambahan ukuran stomata tanaman kacang bogor yang diberi perlakuan kolkisin dikarenakan jumlah kromosom yang bertambah yang akan mengakibatkan ukuran sel-sel poliploidi juga semakin besar atau mengalami peningkatan. Tanaman kacang tanah yang satu famili dengan tanaman kacang bogor juga mengalami peningkatan ukuran kromosom yang menimbulkan terjadinya peningkatan terhadap ukuran bunga serta stomata yang terlihat jauh lebih besar daripada tanaman diploidnya (Mallikarjuna *et al.*, 2010).

Berdasarkan data umur berbunga yang telah diamati maka didapatkan hasil bahwa tanaman yang diberi perlakuan kolkisin memiliki umur berbunga lebih lama dibandingkan dengan tanaman kontrolnya. Hasil rerata umur berbunga tanaman kontrol yaitu 35.2 HST, sedangkan pada tanaman yang diberi perlakuan kolkisin memiliki rerata umur berbunga jauh lebih tinggi bahkan mencapai 42.2 HST. Menurut Swanevelder (1998) dalam Azizah *et al.* (2017) umumnya bunga pertama tanaman kacang bogor muncul pada umur sekitar 30 hingga 35 HST, artinya umur berbunga tanaman kacang bogor yang diberi perlakuan kolkisin pada penelitian ini mengalami keterlambatan dalam munculnya bunga.

Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Sinaga *et al.* (2014) yang

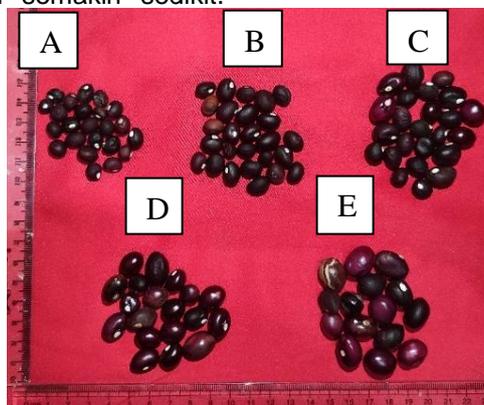
menyatakan kolkisin memperlambat umur berbunga tanaman kacang hijau, sehingga tanaman yang diberi perlakuan kolkisin memiliki waktu berbunga jauh lebih lama dibandingkan tanaman kontrolnya. Perbedaan waktu tersebut dapat dipengaruhi pemberian kolkisin yang menyebabkan tanaman menjadi poliploid. Salah satu ciri poliploidi pada tanaman adalah kecepatan pertumbuhan yang lebih lambat dibandingkan tanaman diploidnya. Menurut Dewi et al. (2011) juga menambahkan salah satu akibat dari tanaman poliploid yaitu dapat meningkatkan jumlah hari pada umur berbunga. Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa semakin bertambahnya frekuensi penetasan kolkisin maka semakin lama juga waktu munculnya bunga. Hal ini menandakan penetasan kolkisin yang semakin meningkat semakin membuat umur berbunga tanaman kacang bogor juga semakin lama. Penelitian yang dilakukan oleh Gnanamurthy et al. (2012) pada tanaman jagung yang juga diberi perlakuan kolkisin juga mengalami hal yang sama, dimana semakin meningkatnya penggunaan kolkisin maka akan membuat tanaman jagung membutuhkan waktu yang lebih lama untuk memasuki fase tasseling (keluarnya bunga jantan.)

Karakter Hasil Panen

Berdasarkan hasil yang telah didapatkan terlihat bahwa semakin meningkat frekuensi penetasan kolkisin yang diaplikasikan maka jumlah polong per tanaman yang dihasilkan semakin sedikit.

Penelitian yang dilakukan oleh Sofia (2007) pada tanaman kedelai juga mengalami hal yang sama dan menyimpulkan penyebab lebih sedikitnya hasil rata-rata jumlah polong tanaman kedelai yang diberi kolkisin yaitu dikarenakan semakin tingginya jumlah kolkisin yang dipergunakan maka jumlah polong akan semakin sedikit. Kemudian, penggunaan kolkisin sebagai senyawa untuk menginduksi tanaman poliploid juga memiliki kekurangan. Apabila teknik dan jumlah pengaplikasian larutan kolkisin yang terlalu tinggi maka akan memperlihatkan efek negatif yaitu hasil produksi tanaman menjadi tidak bagus serta sel-sel pada tanaman dapat mengalami kerusakan. Permadi et al. (2009) menemukan bahwa tingginya jumlah kolkisin yang diberikan pada tanaman dapat menyebabkan terjadinya depresi pertumbuhan dan vigor pada tanaman bawang merah, sehingga hasil produksi yang dihasilkan tidak maksimal.

Pada karakter jumlah biji per tanaman kacang bogor yang dihasilkan diketahui bahwa seluruh tanaman yang diberikan perlakuan penetasan kolkisin memiliki hasil rerata yang lebih kecil dibandingkan tanaman kontrolnya. Hal ini juga didapatkan oleh penelitian yang dilakukan Ajayi et al. (2014), selain menurunkan hasil jumlah polong per tanaman, penggunaan kolkisin juga gagal untuk meningkatkan jumlah biji yang menjadi target terpenting dalam hal meningkatkan sifat pada tanaman kacang tunggak atau kacang panjang.



Gambar 2. Ukuran Biji Tanaman Kacang Bogor

Keterangan: A) Kontrol; B) Penetasan 1 kali; C) Penetasan 2 kali; D) Penetasan 4 kali; E) Penetasan 6 kali

Tabel 2. Hasil Pengamatan Karakter Hasil Panen Kacang Bogor Akibat Perlakuan Kolkisin

Perlakuan	JP (polong)	JB (biji)	PB (mm)	LB (mm)	BB100 (g)	BB (g.tan ⁻¹)
F0 (kontrol)	10.64 d	10.64 c	8.75 a	7.03 a	42.02 a	4.28 b
F1 (penetasan 1 kali)	8.04 cd	8.12 bc	11.26 b	8.77 b	49.21 a	3.84 b
F2 (penetasan 2 kali)	7.60 bc	7.64 b	13.90 c	9.78 bc	52.25 ab	3.78 b
F3 (penetasan 4 kali)	4.84 ab	5.08 ab	14.08 c	10.28 cd	72.15 bc	3.56 ab
F4 (penetasan 6 kali)	2.99 a	3.23 a	14.71 c	11.08 d	82.07 c	2.45 a
BNJ 5%	2.95	3.06	2.21	1.23	21.36	1.23

Keterangan: Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada berdasarkan uji BNJ 5%; BNJ = Beda Nyata Jujur; JP = Jumlah Polong per tanaman; JB = Jumlah Biji per tanaman; PB = Panjang Biji; LD = Lebar Biji; BB100 = Bobot 100 Biji; BB = Bobot Biji.

Menurut Rochmat *et al.* (2017) semakin tinggi jumlah penggunaan kolkisin makin tinggi presentase sel yang mengalami tetraploid, tetapi presentasi kematian serta penurunan hasil semakin tinggi pula. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan penetasan kolkisin memberikan pengaruh yang negatif terhadap karakter jumlah biji. Pernyataan ini juga didukung oleh Cowder (2007) yang mengungkapkan kelebihan dan kekurangan tanaman poliploid, dimana kekurangan tanaman yang bersifat poliploid dapat menurunkan hasil biji. Jumlah biji yang lebih sedikit akibat perlakuan kolkisin diduga merupakan akibat kegagalan pertumbuhan endosperma yang dapat disebabkan oleh laju pembelahan sel yang rendah atau bahkan terhenti sehingga mengakibatkan terjadinya degradasi jaringan endosperma yang sudah terbentuk (Herman, 2013).

Sebagai salah satu jenis dari tanaman kacang-kacangan yang menghasilkan biji, tentunya perlu fokus pada ukuran biji kacang bogor yang dihasilkan. Hasil panjang dan lebar biji memperlihatkan pengaruh yang nyata terhadap perlakuan penetasan kolkisin. Pada Gambar 2 tanaman yang diberi perlakuan penetasan kolkisin memiliki panjang dan lebar biji lebih besar dibandingkan dengan tanaman yang tidak diberi perlakuan. Penelitian yang dilakukan oleh Permatasari *et al.* (2019) menghasilkan hasil yang sama, dimana 7 dari 8 genotip tanaman jarak kepyar yang diinduksi kolkisin dengan cara ditetes pada titik tumbuh menghasilkan rerata panjang dan lebar biji yang lebih tinggi daripada perlakuan kontrol. Poliploid pada tanaman yang diinduksi dengan kolkisin biasanya menghasilkan tanaman dengan ukuran yang lebih besar meliputi akar,

batang, daun serta ukuran biji (Darotulmutmainnah, 2020). Ukuran biji yang cenderung lebih besar ini dikarenakan saat sel terpapar kolkisin maka sel menghasilkan kromosom yang mengganda, namun tidak terjadi pembelahan sel. Selanjutnya, juga didapatkan hasil bahwa semakin tinggi frekuensi penetasan kolkisin yang diaplikasikan maka semakin tinggi juga hasil panjang dan lebar, sehingga diperoleh rerata panjang dan lebar biji tertinggi terletak pada perlakuan penetasan kolkisin 6 kali. Menurut Handayani *et al.* (2018) semakin meningkat jumlah perlakuan kolkisin yang diberikan maka semakin tinggi presentase sel poliploid yang dihasilkan, dimana seperti diketahui tanaman poliploid memiliki jumlah kromosom lebih banyak. Hal inilah yang menyebabkan ukuran sel dan inti sel bertambah besar.

Berdasarkan hasil pengamatan pada bobot 100 biji perlakuan kontrol memiliki rerata bobot 100 biji paling rendah dibandingkan dengan perlakuan penetasan kolkisin yang memiliki rerata lebih tinggi. Sama halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Nura *et al.* (2013) pada tanaman wijen bahwa perlakuan kolkisin terbukti meningkatkan berat 100 biji wijen. Walaupun, pada hasil pengamatan karakter jumlah biji pertanaman, didapatkan hasil tanaman dengan perlakuan kontrol memiliki rerata jumlah polong dan biji pertanaman yang jauh lebih banyak dibanding tanaman dengan perlakuan penetasan kolkisin. Hal ini disebabkan biji yang dihasilkan dari tanaman yang diberi perlakuan kolkisin memiliki ukuran yang jauh lebih besar daripada tanaman kontrolnya. Pada penelitiannya terhadap tanaman kedelai, Dwiputra (2015) menyatakan karakter berat 100 biji merupakan perbandingan ukuran

secara kuantitatif antara masing-masing tanaman, dimana berat 100 biji menggambarkan ukuran biji yang dihasilkan. Ukuran biji dapat mempengaruhi bobot biji, dimana ukuran biji yang lebih besar akan menghasilkan bobot biji yang lebih tinggi (Bicer, 2009). Menurut Sofia (2007) semakin sedikitnya jumlah polong yang terbentuk maka berat 100 biji akan semakin tinggi, dikarenakan tanaman hanya terpusat untuk pembesaran biji dari polong yang sedikit tersebut.

Berdasarkan hasil yang sudah didapatkan, diketahui perlakuan kontrol memiliki hasil rerata bobot biji tertinggi dibandingkan tanaman dengan perlakuan penetesan kolkisin. Burun dan Emiroglu (2008) dalam penelitiannya menyatakan bahwa perlakuan kolkisin dapat menyebabkan toksisitas pada sel-sel tanaman yang berujung pada kerusakan, kematian sel bahkan penurunan produksi pada tanaman. Hal inilah yang terjadi pada tanaman kacang bogor yang diberi perlakuan kolkisin selain menunjukkan kelebihan positif pada beberapa karakter tanaman, penggunaan kolkisin ternyata tidak dapat meningkatkan hasil pada karakter bobot biji per tanaman. Salah satu kekurangan dalam induksi poliploid juga terdapat penurunan kesuburan pada tanaman, terlebih jika hasil yang dibutuhkan ialah biji atau buahnya (Sattler *et al.*, 2016). Kemudian, berdasarkan hasil jumlah biji per tanaman yang dihasilkan juga menunjukkan perlakuan kolkisin memiliki rerata jumlah biji yang lebih rendah dibandingkan perlakuan kontrol. Hal ini tentunya berpengaruh terhadap rerata bobot biji yang dihasilkan juga. Penelitian pada tanaman kedelai yang dilakukan oleh Dwiputra (2015) menjelaskan bahwa peningkatan jumlah biji pada tanaman kedelai berpengaruh kuat terhadap berat biji per tanaman (hasil), sehingga semakin tinggi jumlah biji maka semakin meningkat juga berat biji pertanaman.

Koefisien Keragaman

Berdasarkan nilai koefisien keragaman pada setiap karakter kuantitatif yang telah diamati menunjukkan hasil yang beragam. Rata-rata nilai koefisien keragaman pada beberapa karakter yang telah didapat tersebut

masih tergolong rendah berkisar antara 10-17%. Meskipun begitu ada beberapa karakter yang memiliki nilai koefisien yang tergolong sedang antara 25-32%. Pada penelitian ini tidak terdapat nilai koefisien keragaman yang tergolong kategori tinggi. Rendahnya hasil koefisien keragaman ini bisa terjadi karena sel-sel yang termutasi belum terlalu terlihat pada populasi dari generasi yang didapat (M1). Menurut Soedjono (2003) seringkali penampilan akibat mutasi baru akan muncul setelah generasi selanjutnya, yakni pada M2, V2 dan begitu seterusnya. Selain itu, sedikitnya sel dengan kromosom mutan juga dapat disebabkan karena sel tersebut kalah bersaing dengan sel normal. Menurut Syukur *et al.* (2013) mutasi yang terjadi secara spontan maupun buatan biasanya berbahaya dan sel-sel yang membawa sifat mutasi yang baru akan cenderung hilang dalam persaingan dengan sel normalnya, dengan hal ini jumlah sel normal akan lebih mendominasi. Hal ini juga diperkuat oleh pernyataan Sudarka (2009) yang menyatakan sebagian besar mutasi yang muncul bersifat resesif, sehingga mutasi yang terjadi hampir tidak terlihat pada populasi awal. Walaupun, karakteristik mutan setelah perlakuan penetesan kolkisin tidak sepenuhnya diwariskan, tetapi pada hasil pengamatan perlakuan penetesan kolkisin memiliki nilai koefisien keragaman yang lebih tinggi terhadap semua karakter kuantitatif yang diamati. Hasil ini menunjukkan pemberian kolkisin terhadap tanaman kacang bogor dapat meningkatkan keragaman tanaman dikarenakan mutasi terjadi hanya pada sebagian individu saja. Hal inilah yang menyebabkan kemunculan keragaman pada setiap fenotip tanaman karena setiap individu tanaman memiliki respon yang berbeda-beda terhadap pemberian kolkisin. Pernyataan ini juga didukung oleh Purwanto *et al.* (2007) bahwa keragaman di dalam populasi yang besar menggambarkan bahwa pemberian kolkisin dengan cara penetesan sangat mempengaruhi masing-masing individu tanaman atau dengan kata lain setiap individu tanaman memiliki respon yang berbeda terhadap pemberian kolkisin sehingga menimbulkan keragaman. Hal ini bisa terjadi karena mutasi tidak dapat diperkirakan pengaruhnya, tempat terjadinya mutasi serta

seberapa besar mutasi yang terjadi. Selain itu, Firmansyah *et al.* (2018) juga menambahkan bahwa pemberian kolkisin sangat mempengaruhi setiap individu tanaman

meskipun rata-rata nilai koefisien keragaman yang didapatkan rendah, tetapi masih bisa berpeluang untuk mendapatkan individu terpilih.

Tabel 3. Nilai Koefisien Keragaman Tanaman Kacang Bogor akibat Perlakuan Kolkisin

Perlakuan	Koefisien Keragaman Tanaman (%)												
	TT	JD	PD	LD	PS	LS	UB	JP	JB	PB	LB	BB 100	BB
F0 (kontrol)	4	9.5	8	6	3	5	4	19	21	5	5	13	11
F1 (penetasan 1 kali)	6	11	10	13	4	7	8	28	29	7	8	19	23
F2 (penetasan 2 kali)	8	12	10	8	7	6	9	21	27	10	9	21	23
F3 (penetasan 4 kali)	10	17	11	15	6	16	11	24	26	13	10	20	24
F4 (penetasan 6 kali)	8	13	13	15	14	10	9	31	32	7	7	28	25

Keterangan: JD = jumlah daun; TT = tinggi tanaman; PD = panjang daun; LD = lebar daun; PS = panjang stomata; LS = lebar stomata; UB = umur berbunga; JP = Jumlah Polong per tanaman; JB = Jumlah Biji per tanaman; PB = Panjang Biji; LD = Lebar Biji; BB100 = Bobot 100 Biji; BB = Bobot Biji.

Salah satu karakter yang menjadi penentu individu dari suatu perlakuan adalah jumlah biji per tanaman. Terlebih, jika tanaman tersebut menghasilkan hasil berupa biji yang menjadi bahan untuk penerus pada generasi selanjutnya. Walaupun, pada hasil pengamatan jumlah biji, tanaman dengan perlakuan penetasan kolkisin memiliki hasil rerata yang lebih rendah dari pada tanaman kontrolnya serta perlakuan penetasan kolkisin 6 kali menghasilkan jumlah biji per tanaman terendah tetapi perlakuan inilah yang memiliki nilai koefisien keragaman tertinggi dari semua perlakuan dan karakter pengamatan dengan nilai sebesar 32%. Seperti halnya Aggraeni (2015) dalam penelitiannya menyatakan karakter jumlah biji per tanaman dipilih menjadi dasar pemilihan individu terpilih karena sebagai bahan untuk uji lanjut pada generasi berikutnya yang diharapkan dapat terjadi peningkatan produksi.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah didapat dan dijelaskan dapat disimpulkan bahwa perlakuan penetasan kolkisin memberikan pengaruh yang nyata terhadap seluruh karakter kuantitatif yang diamati. Pada penelitian ini, perlakuan penetasan kolkisin sebanyak 6 kali dapat

meningkatkan nilai rerata pada karakter panjang dan lebar daun, panjang dan lebar stomata, umur berbunga, panjang dan lebar biji serta bobot 100 biji. Kemudian perlakuan penetasan kolkisin sebanyak 6 kali juga terbukti dapat meningkatkan nilai koefisien keragaman pada karakter panjang dan lebar daun, panjang stomata, jumlah polong per tanaman, jumlah biji per tanaman, bobot 100 biji serta bobot biji.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggreani, D. 2015.** Karakter fisiologis dan agronomis bibit kakao (*Theobroma cacao* L.) yang berasosiasi dengan *Synechococcus* sp. pada media dengan berbagai kadar bahan organik. *J. Agricultural Sciences*. 1(1): 29-35.
- Ajayi, A. T., O. S. Osekita, J. O. Maku, and O. M. Owoyemi. 2014.** Colchicine-induced variations in cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp). *J. Respons of Agricultural and Environment Sciences*. 1(1): 1-7. <https://d1wqtxts1xzle7.Cloudfront.Net/51504586/ColchicineInducedVariationInCowpeaVignaUnguiculataL.Walp-Libre>
- Ariyanto, S. Eko, dan P. Supriyadi. 2011.** Pengaruh kolkisin terhadap fenotipe

- dan jumlah kromosom jahe (*Zingiber officinale* Rosc.). *J. Sains dan Teknologi*. 4: 1–15.
<https://eprints.umk.ac.id/123/>
- A'sadah, M., T. Rahayu, dan A. Haryati. 2016.** Metode pemberian kolkisin terhadap respon morfologis tanaman zaitun (*Olea europea*). *J. Biosaintropis*. 2(1): 46-52.
<http://biosaintropis.unisma.ac.id/index.php/biosaintropis/article/view/68>
- Azizah, H. A. N., N. Wicaksana, dan D. Ruswandi. 2017.** Seleksi kacang bambara (*Vigna subterranea* L. Verdcourt) berumur genjah hasil iradiasi sinar gamma generasi M2. *J. Agrologia*. 6(2).<https://ojs.unpatti.ac.id/index.php/agrologia/article/view/172>
- Azizan, N. I., A. Shamsiah, N. A. Hasan, and S. Hussein. 2020.** Morphological characterization of colchicine-induced mutants in *Stevia rebaudiana*. *J. Earth and Environmental Science*. 757(1).
<https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/757/1/012006>
- Biçer, B. T. 2009.** The effect of seed size on yield and yield components of chickpea and lentil. *J. Biotechnology*. 8(8): 1482-1487.
<https://academicjournals.org/journal/AJB/article-full-text-pdf/646A6769394>
- Burun, B., and U. Emiroglu. 2008.** A comparative study on colchicine application methods in obtaining doubled haploids of tobacco (*Nicotiana tabacum* L.). *J. Biology*. 32: 105-111.
<https://aj.tubitak.gov.tr/biology/issues/biy-08-32-2/biy-32-2-6-0705-14.pdf>
- Crowder, L.V. 2007.** Genetika tumbuhan (Diterjemahkan oleh Lilik Kusdiarti). Cet-5. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Darotulmutmainnah, A. 2020.** Efek pemberian senyawa kolkisin terhadap pertumbuhan tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum*). *J. Herbapharma*. 2(2): 77-85.
<https://lib.ui.ac.id/detail.jsp?id=20175114>
- Dewi, I. A. R. P., dan M. Pharmawati. 2018.** Penggandaan kromosom marigold (*Tagetes erecta* L.) dengan perlakuan kolkisin. *J. Biosfera*. 35(3): 153-157.
<https://journal.bio.unsoed.ac.id/index.php/biosfera/article/view/773>
- Dwiputra, A. H. 2015.** Hubungan komponen hasil dan hasil tiga belas kultivar kedelai (*Glycine max* L. Merr.). Doctoral dissertation. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Firmansyah, F. B., D. Saptadi, dan N. R. Ardiarini. 2018.** Evaluasi keragaman kacang bogor (*Vigna Subterranea* L. Verdcourt) hasil induksi mutasi kolkisin. *J. Produksi Tanaman*. 7(6): 53-59.
<http://repository.ub.ac.id/10728/>
- Friska, M., dan B. S. Daryono. 2017.** Karakter fenotip jahe merah (*Zingiber officinale* var *rubrum*) hasil poliploidisasi dengan kolkisin. *J. Biologi*. 10(2): 91-97.
<https://journal.uinjkt.ac.id/index.php/kauniyah/article/view/4813>
- Gnanamurthy, S., D. Dhanavel, M. Girija, P. Pavadai and T. Bharathi. 2012.** Effect of chemical mutagenesis on quantitative traits of maize (*Zea mays* L.). *J. Research in Botany*. 2(4): 34-36.
- Handayani, R. S., M. Yusuf, and A. Akmal. 2018.** Potential changes in watermelon (*Citrullus lannatus*) ploidy treated by colchicine. *J. Tropical Horticulture*. 1(1): 10-14.
<https://jthort.org/index.php/jthort/article/download/6/3>
- Herman, M. I., dan D. I. Roslim 2013.** Pengaruh Mutagen Kolkisin pada Biji Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) Terhadap Jumlah Kromosom dan Pertumbuhan. Makalah disajikan dalam Seminar Nasional Biodiversitas dan Ekologi Tropika Indonesia (BioETI).
- Kumar, M. K. and M. U. Rani. 2013.** Colchiploidy in fruit breeding. *J. Horticultura*. 2: 325–326.
- Mabhaudhi, T., A.T. Modi, and Y.G. Beletse. 2013.** Growth, phenological, and yield responses of a bambara groundnut accession to imposed water stress: ii. rain shelter conditions. *J. Water SA*. 39: 191-198.
<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/02571862.2013.790492>
- Mahyuni, R., S. B. G. Eva, dan S. H. Diana. 2015.** Pengaruh pemberian kolkisin terhadap morfologi dan jumlah

- kromosom tanaman. *J. Agroteknologi*. 4(1): 1815-1821.
<https://jurnal.unej.ac.id/index.php/BIP/article/download/16314/7707>
- Mallikarjuna, N., S. Senthilvel, and D. Hoisington. 2010.** Development of new sources of tetraploid arachis to broaden the genetic base of cultivated groundnut (*Arachis hypogaea* L.). *J. Resources and Crop Evolution*. 58(6): 889-907.
<https://link.springer.com/article/10.1007/s10722-010-9627-8>
- Maryanti. 2012.** Pengaruh kolkisin terhadap fenotip pertumbuhan awal dan jumlah kromosom pada tanaman sirsak (*Annona muricata* L.). Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Masruroh, M. 2018.** Poliploidisasi Anggrek *Vanda lombokensis* J. J. Sm. Menggunakan Kolkisin Secara In Vivo. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Moedjiono dan M. J. Mejaya. 1994.** Variabilitas genetik beberapa karakter plasma nutfah jagung koleksi balittas Malang. *J. Zuriat*. 5(2): 27-32.
<http://protan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/protan/article/download/1053/1070>
- Nura S., A. K. Adamu, S. Mu'azun, D. B. Dagora, and L. D. Fagwalawa. 2013.** Morphological Characterization of colchicine-induced mutants in sesame (*Sesamum indicum* L.). *J. Biological Science*. 1028-8880.
<https://scialert.net/fulltext/?doi=jbs.2013.277.282>
- Permadi, A.H., R. Cahyani, dan S. Syarif. 2009.** Cara pembelahan umbi, lama perendaman dan konsentrasi kolkisin pada poliploidisasi bawang merah 'sumenep'. *J. Zuriat*. 2: 17-26.
<https://jurnal.unpad.ac.id/zuriat/article/view/6693/0>
- Permatasari, L., B. Waluyo, dan Kuswanto. 2019.** Karakteristik biji tanaman jarak kepyar (*Ricinus communis* L.) akibat perlakuan kolkisin. *J. Produksi tanaman*. 7(2): 268-273.
<http://protan.studentjournal.ub.ac.id/index.php/protan/article/view/1032>
- Purwanto, Z., E. Ambarwati, dan D. Puspasari. 2007.** Perbaikan karakter bunga kertas (*Zinnia* spp.) sebagai salah satu komoditas bunga potong melalui induksi poliploidisasi. Kemajuan Terkini Riset, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Rochmat, S. M., T. Rahayu, dan S. Laili. 2017.** Pengaruh pemberian berbagai konsentrasi kolkisin dengan lama perendaman terhadap respon fenotipik zaitun (*Olea europaea*). *J. Biosaintropis*. 2(2).
<http://biosaintropis.unisma.ac.id/index.php/biosaintropis/article/view/55>
- Saraswati, D. R., T. Rahayu, dan A. Hayati. 2017.** Kajian pemberian kolkisin dengan metode tetes terhadap profil poliploid tanaman zaitun (*Olea europaea*). *J. Biosaintropis*. 2(2).
<http://biosaintropis.unisma.ac.id/index.php/biosaintropis/article/view/53>
- Sari, B. P., K. Karno, dan S. Anwar. 2017.** Karakteristik morfologi dan sitologi tanaman sutra bombay (*Portulaca grandiflora* Hook) hasil poliploidisasi dengan kolkisin pada berbagai konsentrasi dan frekuensi aplikasi. *J. Agro Complex*. 1(2): 39-48.
<https://ejournal2.undip.ac.id/index.php/joac/article/view/1261>
- Sattler, M. C., C. R. Carvalho, W. R. Clarindo. 2016.** The polyploidy and its key role in plant breeding. *J. Planta*. 243(12): 281-296.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26715561/>
- Sinaga, E. J., E. S. Bayu, dan H. H. Hasyim. 2014.** Pengaruh konsentrasi kolkhisin terhadap pertumbuhan dan produksi kacang hijau (*Vigna radiata* L.). *J. Agroteknologi*. 2(3).
<https://jurnal.usu.ac.id/index.php/agroteknologi/article/view/7544>
- Soedjono, S. 2003.** Aplikasi mutasi induksi dan variasi somaklonal dalam pemuliaan tanaman. *J. Litbang Pertanian*. 22(2): 70-78.
https://journal.biologi.lipi.go.id/index.php/berita_biologi/article/view/4058
- Sofia, D. 2007.** Pengaruh konsentrasi dan lama waktu pemberian kolkhisin terhadap pertumbuhan dan poliploid

pada biji muda kedelai (*Glycine Max* L. Merr.) yang dikultur secara in vitro. Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara.

Sudarka, W. 2009. Pemuliaan kelainan genetik dan sitogenetik pada tanaman. Fakultas Pertanian Universitas Udayana. Bali.

Susrama. I. G. K. 2017. Menginduksi mutagenesis pada tanaman. Skripsi. Fakultas Pertanian Universitas Udayana. Bali.

Syukur, M., S. Sastrosumarjo, Y. Wahyu, S. I. Aisyah, S. Sujiprihati, dan R. Yuniarti. 2013. Sitogenetika tanaman (Edisi Kedua). IPB Press 13: 127-162. <https://www.ipbpress.com/product/364-sitogenetika-tanaman>

Tuwo, M. and A. Indrianto. 2016. Improvement of orchid vanda hybrid (*Vanda limbata* Blume X *Vanda tricolor* Lindl. var. *suavis*) by colchicines treatment in vitro. *J. Science and Education*. 10(11): 83- 89. <https://ccsenet.org/journal/index.php/mas/article/view/60024>

Wiendra, N. M. S., M. Pharmawati, dan N. P. A. Astiti. 2011. Pemberian kolkisin dengan lana perendaman berbeda pada induksi poliploid tanaman pacar air (*Impatiens balsamina* L.). *J. Biologi*. 15(1): 9-14. <https://ojs.unud.ac.id/index.php/BIO/article/view/600>

Yadav, S. C., A. K., S. Singh, D. Dhyani, G. Bhardwaj, A. Sharma, and B. Singh. 2013. Induction and morphochemical characterization of *Stevia rebaudiana* colchipooids. *J. Agricultural Sciences*. 83(2): 156-165. <https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=IN2022001817>

Yudiwanti, H. S. Surjono, dan A. R. Anita. 2006. Pengaruh kolkisin terhadap morfologi, anatomi, dan sitologi zuriat kacang tanah hasil persilangan interspesifik. Prosiding Seminar Nasional Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman, 1-2 Agustus 2006. Departemen Agronomi dan Hortikultura Faperta IPB. Bogor.