
INDUKSI POLIPLOID PLANLET PISANG KEPOK BATU DENGAN PADA MEDIA KULTUR JARINGAN

Amaliya Sabana ^{1*}, Eti Ernawati ², Priyambodo ³, Rochmah Agustrina ⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Biologi, Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Lampung
Jl. Prof. Dr.Sumantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung 35145

*corresponding author: amaliyasabana1810@gmail.com

Article Info

Key word:

Kolkisin;
Kromosom;
Kultur Jaringan
Mitosis;
Poliploid;

Article History

Received : 1-Maret -2022

Revised : 18-April-2022

Published : 31-Mei-2022

*Correspondence email:

amaliyasabana1810@gmail.com

ABSTRACT

Colchicine is often used in plant breeding to induce mutations and produce polyploid plants with superior traits. Cytologically polyploid plants have variations in shape, number of chromosomes and larger cell sizes. The use of colchicine in kepok batu bananas is expected to produce polyploid banana kepok batu plants. The purpose of this study was to determine the effect of colchicine compounds on mitotic abnormalities, changes in chromosome number, decreased mitotic index, and the number and length of roots in banana kepok batu plantlets formed on tissue culture media. The research was carried out at the Botanical Laboratory, Department of Biology, FMIPA Unila. This study compared cytology with the squash method between root tip cells of banana kepok batu plantlets after the addition of 0.1% colchicine with controls. Data were analyzed descriptively and displayed in the form of tables and bar charts. The results showed that administration of 0.1% colchicine resulted in mitotic abnormalities (mitotic abnormalities) and increased the number of chromosomes in the control $2n=3x$ or 33 and 0.1% colchicine treatment, namely $2n=3x+6$ or 39. The mitotic index decreased, but averaged – the average number of roots was more and their size was longer than the control. From these results it can be concluded that the administration of 0.1% colchicine was able to induce polyploid cells in banana kepok batu plantlets.

ABSTRAK: Kolkisin sering digunakan dalam pemuliaan tanaman untuk menginduksi mutasi dan menghasilkan tanaman poliploid dengan sifat unggul. Secara sitologi tanaman poliploid memiliki variasi bentuk, jumlah kromosom serta ukuran selnya lebih besar. Penggunaan kolkisin pada pisang kepok batu diharapkan dapat

menghasilkan tanaman pisang kepok batu poliploid. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh senyawa kolkisin terhadap abnormalitas mitosis, perubahan jumlah kromosom, penurunan indeks mitosis, serta jumlah dan panjang akar pada planlet pisang kepok batu yang terbentuk pada media media kultur jaringan. Pelaksanaan penelitian di Laboratorium Botani Jurusan Biologi FMIPA Unila. Penelitian ini membandingkan sitologi dengan metode squash antara sel ujung akar planlet pisang kepok batu setelah penambahan kolkisin 0,1% dengan kontrol. Data dianalisis secara deskriptif dan ditampilkan dalam bentuk tabel serta diagram batang. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian kolkisin 0,1% memunculkan kelainan mitosis (abnormalitas mitosis) serta meningkatkan jumlah kromosom pada kontrol $2n=3x$ atau 33 dan perlakuan kolkisin 0,1% yaitu $2n=3x+6$ atau 39. Indeks mitosisnya menurun, namun rata – rata jumlah akar lebih banyak dan ukurannya lebih panjang dibandingkan dengan kontrol. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa pemberian kolkisin 0,1% mampu menginduksi sel – sel poliploid pada planlet pisang kepok batu.

PENDAHULUAN

Tanaman Pisang merupakan salah satu komoditas hortikultura dari kelompok buah-buahan yang cukup diperhitungkan. Pisang memiliki kemampuan adaptif yang tinggi terhadap lingkungan ekstrem serta dapat berbuah sepanjang tahun. Tanaman ini menyebar di daerah tropik dan sub tropik, dan juga sering ditemukan tumbuh secara liar maupun di tempat pembudidayaan (Megia, 2005).

Di Indonesia, pisang yang dibudidaya berasal dari hasil persilangan dua spesies tetuanya yaitu *Musa balbisiana* (BB) dan *Musa acuminata* (AA) yang menghasilkan beberapa kultivar pisang dengan variasi kombinasi genom AA, BB, AB, AAA, AAB, ABB, AAAA, ABBB, AAAB, dan AABB (Pillay et al., 2006). Secara alamiah populasi kultivar pisang adalah bentuk triploid AAA, AAB, dan ABB. Pisang bergenom AAB dan ABB merupakan kultivar yang banyak dibudidayakan (Windarti et al., 2009).

Salah satu jenis pisang di Indonesia yang memiliki tingkat keragaman atau aksesori tinggi yaitu pisang kepok. Terdapat 15 aksesori pisang kepok yang sudah tercatat di Diperta Yogyakarta (Retnoningsih et al., 2010). Di kota Bandar Lampung, Propinsi Lampung tercatat sebanyak 6 aksesori pisang kepok, yaitu kepok

abu, kepok batu, kepok kapas, kepok kuning, kepok libanon dan kepok manado (Ernawati et al., 2018).

Dari keenam aksesori itu, pisang kepok batu diketahui bergenom ABB, sehingga pisang kepok batu memiliki sifat yang cenderung lebih mengarah ke genom B. Ciri khas kepok batu pada buahnya yaitu terdapat biji. Selain itu, umumnya pisang bergenom B memiliki pati yang cenderung lebih tinggi, sehingga memberikan peluang untuk mencari sifat atau karakter yang dapat dimanfaatkan dalam perbaikan kualitas dan kuantitas produksi (Wahyuningtyas et al., 2009).

Dengan demikian pisang kepok batu prospektif untuk dikembangkan. Namun dalam pembudidayaanya, perbanyak bibit tanaman pisang kepok batu ini masih dilakukan secara konvensional. Pembibitan secara konvensional melalui tunas umumnya menghasilkan kualitas bibit yang rendah, sehingga bibit yang dihasilkan terbatas jumlahnya dan membutuhkan waktu yang relatif lebih lama. Kondisi di atas masih menjadi kendala dalam mendapatkan bibit pisang unggul. Oleh karena itu diperlukan alternatif cara pembibitan untuk mengatasi kendala di atas.

Kendala pembibitan dalam budidaya pisang kepok batu dapat diatasi dengan membentuk bibit tanaman pisang poliploid. Tanaman

poliploid adalah tanaman yang memiliki tiga atau lebih set kromosom dalam sel-selnya. Tanaman ini memiliki sifat lebih kekar, serta akar, batang, daun, bunga dan buah yang lebih besar. Dalam membentuk tanaman poliploid ini diperlukan induksi kimia menggunakan senyawa antimitosis kolkisin (Chen et al., 2009).

Kolkisin merupakan senyawa alkaloid (Sivakumar, 2017) yang memiliki afinitas kuat terhadap tubulin. Menurut Sulistianingsih et al. (2004), kolkisin bersifat sebagai zat penghambat pertumbuhan tanaman yang dapat menyebabkan terbentuknya sel-sel tanaman poliploid yaitu tanaman yang memiliki sel dengan tiga set atau lebih kromosom. Oleh karena itu kolkisin sering digunakan dalam studi biologi dan pemuliaan untuk menginduksi mutasi yang menghasilkan tanaman poliploid, sehingga diperoleh tanaman unggul. Sejalan dengan pendapat diatas, Ajalin et al. (2002) berpendapat bahwa kolkisin menyebabkan tanaman dengan morfologi yang abnormal sebagai akibat mutagenesis. Karena kolkisin mengikat protein penyusun utama mikrotubul sehingga benang-benang spindle tidak terbentuk. Akibatnya proses perpindahan kromosom pada tahap metafase dan anafase terhambat yang menyebabkan terbentuknya kromosom ganda, dan menjadi tanaman poliploid (Suminah dan Setyawan, 2002).

Selain induksi poliploid, dalam budidaya pisang perlu juga diperhatikan teknik perbanyak bibit pisang, salah satunya teknik kultur jaringan. Kultur jaringan dapat digunakan untuk mendapatkan cara yang lebih baik dibandingkan cara perbanyak tanaman secara vegetatif konvensional, karena dengan kultur jaringan dapat diperoleh bibit dengan jumlah banyak dalam waktu yang relatif singkat, dan tidak bergantung musim (Zulkarnain, 2009).

Kultur jaringan tanaman merupakan teknik perbanyak bibit tanaman dari bagian tanaman secara *in vitro* baik berupa sel, jaringan, atau organ dalam kondisi aseptik. Pada pisang, perbanyak kultur jaringan banyak digunakan bonggol sebagai eksplan dalam pembentukan bibit.

Induksi poliploid dengan menggunakan kolkisin serta cara teknik perbanyak bibit dengan menggunakan teknik kultur jaringan digunakan dalam penelitian ini sebagai terobosan baru untuk mendapatkan bibit unggul pada pisang kepok khususnya pisang kepok batu. Dalam hasil penelitian ini akan disampaikan tentang penambahan kolkisin ke dalam media kultur jaringan menggunakan eksplan tunggal pisang kepok batu terhadap sitologi planlet yang diteliti.

METODE

Penelitian ini dilakukan Laboratorium Botani, Jurusan Biologi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung pada Mei - Agustus 2020. Akar planlet pisang kepok batu diperoleh dari penelitian sebelumnya di Laboratorium MTC, PT. Great Giant Pineapple. Penelitian ini menggunakan metode observasi terhadap abnormalitas mitosis, jumlah kromosom, indeks mitosis, jumlah akar dan panjang akar pada akar planlet pisang kepok batu yang diambil dari kontrol negatif (A1), dan perlakuan penambahan kolkisin 0,1% (A2).

Preparasi Mitosis

Pengamatan sitologi dilakukan dengan metode Squash oleh Gunarso (1998) dan Darnaedi (1991). Ujung akar planlet pisang kepok batu dipotong sepanjang 1 cm pada pagi hari pukul 08.30 sampai 10.00 WIB, kemudian dimasukkan ke dalam larutan 8-hydroxyquinoline 0,03% selama 3-5 jam, simpan dalam botol gelap suhu 18-20°C dalam refrigerator. Ujung akar difiksasi menggunakan asam asetat glacial 45% selama 10 menit dalam suhu ruang. Kemudian dicuci dengan aquades sebanyak 3 kali, untuk menghilangkan larutan fiksatif. Ujung akar direndam dengan larutan hidrolisis yang terdiri dari HCl 1N dan asam asetat glacial 45% (perbandingan 3:1) dipanaskan diatas hot plate selama 3-5 menit dalam suhu 60°C. Hidrolisis berfungsi untuk melarutkan lamella tengah sehingga didapatkan sel yang ketebalannya hanya selapis (Setyawan dan Sutikno, 2000). Tahap selanjutnya ujung akar diberi warna acetocarmin 2% selama 15

menit dalam suhu ruang. Ujung akar yang telah diwarnai diletakkan di atas objek gelas lalu ditutup dengan gelas penutup, kemudian dilakukan Squash dengan ibu jari dan diketuk-ketuk dengan pensil berkaret, serta diserap sisa acetocarmin yang di luar gelas penutup dengan tisu. Sediaan diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 100x hingga perbesaran 1000x. Pengamatan mikroskop dengan perbesaran 1000x menggunakan immersion oil. Pengamatan abnormalitas mitosis yaitu dengan membandingkan antara mitosis sel yang tidak diberi perlakuan (A1) dengan mitosis sel yang diberi perlakuan kolkisin 0,1% (A2).

Penghitungan kromosom dilakukan pada 10 akar pada perlakuan kolkisin 0,1% dan 10 akar pada kontrol. Sedangkan parameter indeks mitosis dihitung pada 10 bidang pandang dan diambil nilai rata-rata dengan menggunakan rumus indeks mitosis (IM) dari Pandey et al. (1994) yaitu sebagai berikut :

$$IM = \frac{\text{Jumlah sel dalam fase mitosis}}{100\% \text{ Jumlah total sel yang diamati}} \times X$$

Pengamatan Morfologi Tanaman

Morfologi akar planlet pisang kepok batu yang diambil adalah jumlah akar dan panjang akar planlet pisang kepok batu dengan menghitung jumlah akar pada setiap eksplan ulangan dan mengukur panjang akar dengan penggaris dan diambil nilai rata-rata.

Analisis Data

Data indeks mitosis dianalisis dengan membandingkan rata-rata perlakuan yang ditampilkan dengan diagram batang. Data morfologi akar planlet pisang kepok batu seperti jumlah dan panjang akar dihitung jumlah akarnya dan diukur panjangnya menggunakan penggaris kemudian dianalisis dengan membandingkan rata-rata perlakuan yang ditampilkan dengan diagram batang.

HASIL

Pengamatan sel ujung akar planlet pisang kepok batu didapatkan bahwa perlakuan kolkisin 0,1% (A2) memunculkan kelainan (abnormalitas) mitosis dengan presentase

lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol (A1), serta pemberian kolkisin 0,1% juga mampu meningkatkan jumlah kromosom lebih banyak pada sel ujung akar planlet pisang kepok batu, tetapi indeks mitosis dengan perlakuan kolkisin 0,1% (A2) cenderung menurun dibandingkan dengan kontrol (A1). Sedangkan untuk jumlah akar menunjukkan bahwa hasil kontrol (A1) lebih sedikit menghasilkan akar planlet pisang kepok batu dibandingkan dengan hasil perlakuan kolkisin 0,1% (A2) dan perlakuan kolkisin 0,1% (A2) meningkatkan panjang akar pada planlet pisang kepok batu dibandingkan dengan kontrol (A1) (Tabel 1)

Tabel 1. Hasil Analisis Sitologi Planlet Pisang Kepok Batu

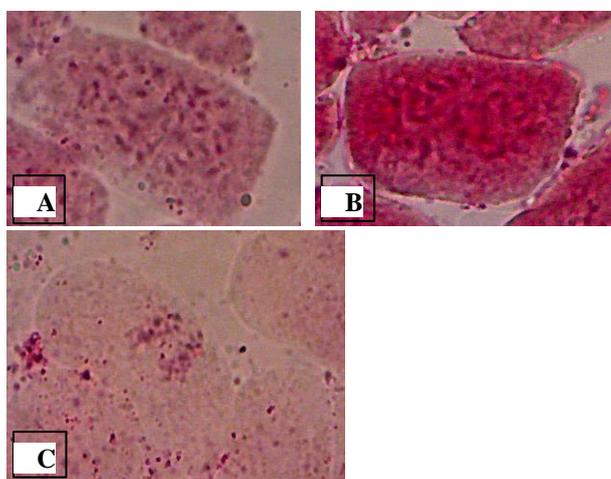
PARAMETER	NILAI RATA-RATA	
	A1	A2
Abnormalitas mitosis (%)	33,71	71,11
Jumlah kromosom	33	39
Indeks mitosis (%)	60,33	58,15
Jumlah akar	4	5
Panjang akar	5,82	6,12

Keterangan: A1= Planlet control; A2= Planlet dengan penambahan kolkisin 0,1%

Abnormalitas mitosis merupakan kelainan proses mitosis yang digambarkan melalui tahapan-tahapan mitosis yang berbeda dari tahapan normal. Pada hasil pengamatan fase-fase mitosis dengan perlakuan kolkisin 0,1% didapatkan rata-rata abnormalitas mitosis (kelainan mitosis) lebih banyak. Hal tersebut diasumsikan bahwa kromosom yang berserakan di antara dua kutub dan tidak bergerak ke arah kutub yang berlawanan, diakibatkan oleh tidak terbentuknya benang gelendong. Benang gelendong berperan penting dalam pembelahan sel sebagai tempat Bergeraknya kromosom menuju ke kutub yang berlawanan sehingga terbentuklah satu sel yang baru. Menurut Suryo (1995) bahwa kelainan mitosis yang muncul pada sel disebabkan oleh senyawa kolkisin yang mencegah pembentukan benang spindel

sehingga set kromosom tidak dapat ditarik ke arah kutub yang berlawanan dan mengakibatkan kromosom berserakan pada bidang ekuator saat metafase. Kelainan mitosis yang diakibatkan oleh kolkisin disebut C-

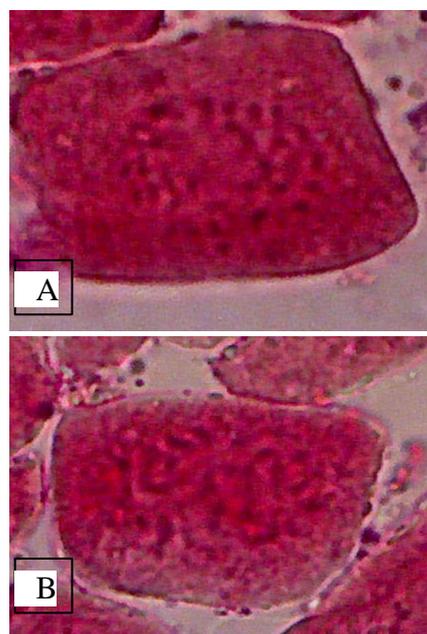
Mitosis (Colchicine- Mitosis), lebih jelasnya dikenal dengan c- profase, c-metafase, c-anafase, dan c- telofase (Ernawati, 2008) (Gambar 1).



Gambar 1. Kelainan-kelainan yang muncul padapemberian kolkisin 0,1% (A2)

Keterangan: (A) C-Profase, (B) C-Metafase, (C) C-Anafase.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan kolkisin 0,1% menyebabkan penggandaan kromosom (poliploidisasi). Tanaman poliploid memiliki jumlah kromosom lebih banyak, namun jumlah sel lebih sedikit dengan ukuran sel yang lebih besar. Hasil ini didukung oleh pendapat Rugini dan Fedeli (1990) yang menjelaskan bahwa tanaman poliploid merupakan tanaman yang memiliki lebih dari satu set kromosom di dalam sel somatisnya. Ciri tanaman poliploid adalah memiliki inti dan isi sel lebih besar, serta jumlah kromosom yang lebih banyak. Pada planlet pisang kepok batu jumlah kromosom akibat perlakuan kolkisin 0,1% mengalami peningkatan menjadi 39 dengan tingkat ploidi $3x+6$, sedangkan menurut Ernawati et al. (2008) bahwa pisang kepok batu merupakan kelompok *Musa paradisiaca* L. yang memiliki kromosom triploid dengan jumlah kromosom 33 (Gambar 2).



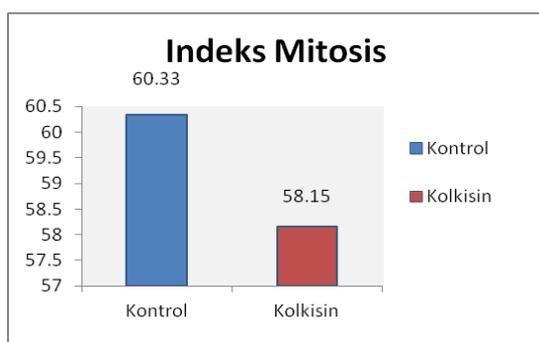
Gambar 2. Jumlah Kromosom pada Sel Ujung Akar Planlet Pisang Kepok Batu. Perbesaran 1000 x.

Keterangan : (A) Kontrol $3x = 33$, (B) Kolkisin 0,1% $2n=3x+6= 39$

Pemberian kolkisin 0,1% juga dapat menurunkan indeks mitosis, hal tersebut ditunjukkan olehrata-rata indeks mitosis pada

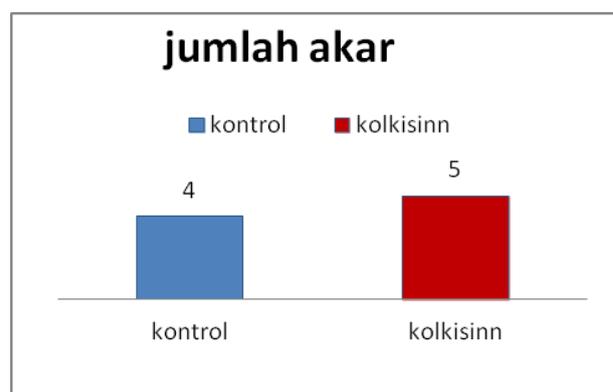
kontrol lebih tinggi dibandingkan dengan nilai rata-rata pemberian kolkisin 0,1% (Tabel 1, Gambar 3). Penurunan indeks mitosis pada sel ujung akar planlet pisang kepok batu diduga oleh adanya senyawa kolkisin dengan konsentrasi 0,1% yang menyebabkan sel-sel ujung akar planlet pisang kepok batu mengalami depresi karena kekurangan air. Penurunan indeks mitosis pada planlet pisang kepok abu, semata-mata karena pengaruh lama perendaman dalam senyawa kolkisin. Oleh sebab itu, semakin lamanya perendaman maka kandungan air di dalam sel semakin menurun sehingga akan menurunkan tekanan air dalam sel. Penurunan tekanan air dalam sel tersebut akan menyebabkan tekanan air pada dinding sel semakin menurun, selanjutnya memperlambat penambahan ukuran sel dan akhirnya menghambat pembelahan sel. Anggraeni (2011) menyatakan bahwa pemberian kolkisin pada kecambah cabe keriting menunjukkan hasil yaitu konsentrasi dan lama perendaman oleh kolkisin menghasilkan indeks mitosis yang cenderung mengalami penurunan akibat terhambatnya pembelahan sel. Rajening (1995) membuktikan bahwa penambahan kolkisin pada sel akar bawang merah dapat menghambat proses mitosis yang dapat dilihat dari indeks mitosis menurun. Hal ini sesuai dengan pendapat Addink (2002) bahwa senyawa kolkisin mampu menghentikan pembelahan sel (antimitosis), dengan menghambat pembentukan benang gelendong sehingga tidak dapat ditarik ke kutub berlawanan dan kromosom menyebar dalam sel sehingga jumlah kromosom meningkat, menyebabkan abnormalitas mitosis dan indeks pembelahan sel (mitosis) mengalami penurunan.

Nilai rata-rata indeks mitosis (IM) dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Diagram indeks mitosis selujung akar planlet pisang kepok batu

Berdasarkan hasil pengamatan (Tabel 1, Gambar 4) nilai rata-rata pertumbuhan akar pada planlet pisang kepok batu jumlah akar lebih banyak pada perlakuan kolkisin 0,1% dibandingkan pada kontrol. Hal tersebut diduga oleh pemberian kolkisin dengan konsentrasi 0,1% (A2) memberikan pengaruh terhadap pertumbuhan akar dengan optimal (Gambar 4).

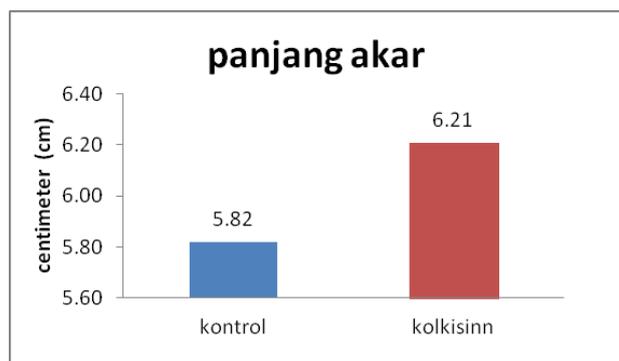


Gambar 4. Diagram jumlah akar planlet pisang kepok batu

Pemberian kolkisin juga dapat menyebabkan rentang waktu inisiasi akar menjadi lebih panjang. Hal tersebut diduga oleh adanya kolkisin yang memberikan pengaruh terhadap sel poliploid yang mengakibatkan pertumbuhan panjang akarpada planlet pisang kepok batu menjadi lebih panjang dari kontrol (A1). Dalam penelitian Fajrina *et al.* (2012), Pada kontrol didapatkan rata-rata hari pertama munculnya akar antara hari ke-22-36, sedangkan pada perlakuan kolkisin rentang waktu inisiasi akar menjadi lebih panjang, rata-rata hari pertama munculnya akar antara hari ke-25-38. Hal ini memperkuat dugaan bahwa konsentrasi kolkisin yang paling berpengaruh terhadap waktu inisiasi akar dibandingkan dengan lamanya perendaman pada kolkisin. Pengaruh dari konsentrasi kolkisin ini disebabkan adanya respon hormon tanaman yang berbeda. Oleh karena itu, hormon pertumbuhan pada tanaman yang dibantu kolkisin dengan konsentrasi yang tepat dapat meningkatkan pertumbuhan dan perkembangan

tanaman. Namun akan menyebabkan kerusakan pada tanaman apabila pemberian kolkisin lebih tinggi dan tidak akan berpengaruh pada tanaman jika konsentrasi yang diberikan terlalu rendah

Pemberian kolkisin 0,1% juga berpengaruh terhadap pertumbuhan panjang akar. Karena ukuran selnya mengakibatkan Hasilnya menunjukkan bahwa pemberian kolkisin 0,1% (A2) memiliki nilai rata-rata yang lebih panjang dari pada kontrol (A1). Hal tersebut diduga oleh adanya kolkisin yang memberikan pengaruh terhadap sel poliploid yang mengakibatkan pertumbuhan panjang akar pada planlet pisang kepok batu menjadi lebih panjang dari pada kontrol serta pemberian kolkisin 0,1% (A2) mengakibatkan pertumbuhan akar yang cepat dan jumlah akar lebih banyak, serta perkembangan akar jauh lebih baik. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai rata-rata panjang akar lebih tinggi pada kolkisin 0,1% dibandingkan dengan kontrol (Gambar 5).



Gambar 5. Diagram panjang akar planlet pisang kepok batu.

Menurut Kuckuck *et al*, (1991) bahwa pemberian kolkisin dapat merubah sifat- sifat fisiologi pada tanaman seiring dengan meningkatnya ukuran sel tanaman, perubahan itu akan tampak pada pertumbuhan dan perkembangan pada tanaman. Pada penelitian Murni (2010) juga menjelaskan bahwa pemberian kolkisin dengan konsentrasi 0,05% pada cabe keriting selama 24 jam menyebabkan tanaman cabe keriting mengalami kematian. Hal tersebut diduga karena pemberian kolkisin yang sudah melampaui batas optimal toleransi kecambah cabe kriting terhadap kolkisin. Namun, berbeda pada perlakuan 0,01%

memperlihatkan bahwa akar kecambah cabe keriting tidak mengalami pembengkakan, keadaan ini kemungkinan dapat disebabkan oleh keragaman daya tahan sel terhadap konsentrasi kolkisin. Efek penggandaan jumlah kromosom dapat berpengaruh terhadap ukuran morfologi pada tanaman cabai keriting, ukuran tanaman cabai keriting tetraploid jauh lebih besar dari pada ukuran cabe keriting yang diploid. Hal tersebut membuktikan bahwa penggandaan jumlah kromosom menjadi tetraploid berpengaruh terhadap ukuran morfologi tanaman.

SIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa senyawa kolkisin dapat mempengaruhi pertumbuhan akar, abnormalitas mitosis, dan jumlah kromosom, tetapi menurunkan indeks mitosis (pembelahan sel). Sedangkan pada kontrol pertumbuhan akar, abnormalitas mitosis, dan jumlah kromosom lebih rendah, namun indeks mitosisnya lebih tinggi.

Berdasarkan informasi yang diperoleh pada penelitian ini diharapkan untuk dilakukan penelitian lebih lanjut dengan menggunakan konsentrasi ekstrak umbi kembang sunsang yang bervariasi agar mendapatkan tanaman yang lebih baik, sehingga didapatkan konsentrasi yang tepat untuk dapat menginduksi sel-sel poliploid pada pisang kepok batu

DAFTAR PUSTAKA

- Addink, W. (2002). Cholchicine. <http://actahort.org/books/502-27.htm>. 16/01/2020.
- Ajalin I, F. Kobza, and J. Dolezel. 2002. Ploidy Identification of Doubled Chromosome Number Plants in *Viola x Wittrockiana* Gams. M-1 Generation. *Hortikultura Science (Prague)* 29(1): 35-40.
- Anggraeni, R. 2011. Pengaruh Ekstrak Umbi Kembang Sunsang (*Gloriosa superba* L.) Terhadap Mitosis Sel Ujung Akar Kecambah Cabai Merah (*Capsicum annum* L.). *Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Lampung*.

- Chen, W.H., C.Y. Tang, dan Y.L. Kao. 2009. Ploidy Doubling by in Vitro Culture of Excised Protocorms or Protocorm-like bodies in Phalaenopsis Species. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture* 98: 229-238.
- Darnaedi, D. 1991. Informasi Kromosom. Pelatihan Sitogenetika. PAU Ilmu Hayat, IPB. Bogor. 15 pp.
- Ernawati, E. (2008). Pengaruh Ekstrak Umbi Kembang Sungsang (*Gloriosa superba* L.) Terhadap Pembelahan Sel Akar Umbi Bawang Bombay (*Allium cepa* L.). Penelitian Dosen Muda DIKTI. *Jurnal Sains MIPA* 14 (2) : 129-13.
- Ernawati, E., Wahyuningsih, S., Kanedi, M. (2008). Ploidy Level Based on The Chromosomal Counts of Banana Germplasm in Bandar Lampung, Indonesia. *IOSR-JACS*. 11 (2) Ver. II : 81-83.
- Ernawati, E., Nurhasanah, E., dan Kanedi, M. 2018. Ploidy Level Based on The Chromosomal Counts of Banana Germplasm in Bandar Lampung, Indonesia. *IOSR-JAVS*, 11 (2) Ver. 11: 81-83.
- Fajrina, A., Idris, M., Mansyurdin dan Surya, N. W. 2012. Penggandaan Kromosom dan Pertumbuhan Somaklonal Andalas (*Morus macroura* Miq. Var *macroura*) somaclone with colchicine treatment. *Jurnal Biologi Andalas* 1 (1): 23-26.
- Gunarso, W. 1998. Sitogenetika. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Kuckuck, H., Kobobe, G., and Wenzel. 1991. Fundamentals of Plant Breeding. *Springer Verlag*. New York.
- Megia, R. 2005. Musa sebagai Model Genom. *Ulasan. Hayati*. 12 (4) : 167-170.
- Pandey, R., Shukla, R., and Datta, S. 1994. Chromosome effects of one fungicide (dithane M-45) and two insecticides (aldrex-30 and metacid-50). *Cytologia*. 59 : 419-422.
- Pillay M, Ogudiwin E, Tenkuano A, dan Doezel J. 2006. Ploidy and genome composition of musa germplasm at The International Institute of Tropical Agriculture (IITA). *African Journal of Biotechnology* (13): 1224-1232.
- Setyawan, A.D. dan Sutikno. 2000. Karyotype pada Kromosom *Allium sativum* L. (Bawang Putih) dan *Pisum sativum* L. (Kacang Kapri). *Biosmart*. 1 (1): 20-27.
- Sivakumar, G. 2017. Upstream biomanufacturing of pharmaceutical colchicine. *Critical Reviews in Biotechnology*. Houston, USA.
- Sulistianingsih, R. Suyanto, Z.A. dan Anggia, E. N. 2004. Peningkatan Kualitas Anggrek *Dendrobium* hibrida dengan pemberian kolkisin. *Ilmu Pertanian*, 11(1): 13-21.
- Suminah, S. dan A. D. Setyawan. 2002. Induksi poliploidi bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) dengan pemberian kolkisin. *Biodiversitas* 3 (1): 174 – 180.
- Suryo, H. 1995. *Sitogenetika*. Yogyakarta: Gajah Mada Press. Hlm: 221-223.
- Rajening, N.K. 1995. Efek antimitotik ekstrak rimpang kembang sungsang (*Gloriosa superba* L.) pada ujung akar bawang merah. http://Iptek.apjii.or.id/artikel/ttg_tanaman-obat/depkes-2/buku10.Pdf. Diakses 16/01/2020.
- Retnoningsih, A., Megia, R., and Hartana, A. 2010. Molecular Verification and Diversity Analysis of Indonesian BB, AAB, and ABB Banana Cultivars. *Tree and Forestry Sciences and Biotechnology*. 4 (1): 69-76.
- Rugini, E. and Fedeli, E. 1990. Legumes and Oilseed (*Olea europea* L.) as an Oilseed Crop Bajaj YPS. Editor. *Springer*. New York.
- Wahyuningtyas, W., A. Retnoningsih, dan Enni, S.R. 2009. Keanekaragaman Genetika Pisang Bergenom B Berdasarkan Penanda Mikrosatelit. *Jurusan Biologi* Fakultas MIPA Universitas Negeri Semarang. Semarang.
- Zulkarnain. 2009. *Kultur Jaringan Tanaman*. PT. Bumi Aksara. Jakarta