



**PENGARUH PEMBERIAN KOLKISIN TERHADAP KROMOSOM
TANAMAN KOPI ARABIKA (*Coffea Arabica*) KULTIVAR
BOURBON DAN KULTIVAR SIGARAR UTANG**

**THE EFFECT OF COLLICINE APPLICATION ON THE CHROMOSOMES OF
ARABIC COFFEE PLANTS (*Coffea Arabica*) BOURBON CULTIVAR AND
SIGARAR UTANG CULTIVAR**

Habib Jailani Lubis^{*}, M Idris, Zahratul Idami

^{*}*Corresponding Author*

Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara
Email^{*}:habibjailani1998@gmail.com

ABSTRAK

Kolkisin merupakan suatu alkaloid berwarna putih yang diperoleh dari umbi tanaman *Colchichum autumnale* L. (Famili Liliaceae). Senyawa ini dapat menghalangi terbentuknya benang-benang spindel pada pembelahan sel sehingga terbentuknya individu poliploidi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengamati jumlah dan bentuk kromosom tanaman kopi arabika kultivar Bourbon dan kultivar Sigarar Utang setelah pemberian kolkisin dengan konsentrasi 0,1%, 0,2% dan 0,3%. Bentuk kromosom terhadap kultivar Bourbon dan kultivar Sigarar Utang disajikan dalam bentuk karyotipe untuk memperjelas bentuk kromosom sesuai dengan letak sentromernya. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa jumlah kromosom dari tanaman kopi arabika kultivar Bourbon dan kultivar Sigarar Utang dengan jumlah 22 pasang set kromosom homolog konsentrasi 0,1% dan 0,2% dan 21 pasang set kromosom homolog dengan konsentrasi 0,3% serta tanaman kopi arabika kultivar Sigarar Utang mengalami mutasi menjadi 48 kromosom. Bentuk kromosom dari tanaman kopi arabika kultivar Bourbon dan kultivar Sigarar Utang adalah metasentrik, submetasentrik, telosentrik, dan akrosentrik.

Kata Kunci: Karyotipe, Kolkisin, Kopi Arabika, Kromosom, Poliploidi.

ABSTRACT

Colchicine is a white alkaloid obtained from the tubers of the *Colchicum autumnale* L. (Family Liliaceae) plant. This compound can prevent the formation of spindle threads during cell division, resulting in the formation of polyploidy individuals. The aim of this research was to observe the number and shape of chromosomes in Arabica coffee plants of the Bourbon cultivar and the Sigarar Utang cultivar after administering colchicine at concentrations of 0.1%, 0.2% and 0.3%. The chromosome shape of the Bourbon cultivar and the Sigarar Utang cultivar is presented in karyotype form to clarify the shape of the chromosomes according to the location of the centromere. The results of this study showed that the number of chromosomes from the Bourbon cultivar Arabica coffee plant and the Sigarar Utang cultivar with a total of 22 pairs of homologous chromosome sets with concentrations of 0.1% and 0.2% and 21 pairs of homologous chromosome sets with a concentration of 0.3% as well as Arabica coffee plants Sigarar Utang cultivar experienced a mutation to 48 chromosomes. The chromosome shapes of the Bourbon cultivar Arabica coffee plant and the Sigarar Utang cultivar are metacentric, submetacentric, telocentric and acrocentric.

Keywords: Karyotype, Colchicine, Arabica Coffee, Chromosomes, Polyploidy.

PENDAHULUAN

Kopi (*Coffea* sp.) merupakan suatu jenis tanaman tropis. Kopi juga merupakan minuman yang tidak mengandung alkohol, tetapi memiliki kafein. Banyak manfaat yang didapatkan dari mengkonsumsi kopi, di antaranya kafein yang terkandung di dalamnya dapat meningkatkan laju metabolisme tubuh. Bagi sebagian orang dengan rutinitas yang mengharuskan mereka untuk beraktivitas di malam hari, kopi bisa menjadi alternatif minimum yang baik karena kandungan kafein yang dimilikinya, serta dapat mengatasi rasa kantuk. Kopi juga mempunyai sifat sebagai anti bakteri yang baik, sehingga memungkinkan untuk menyembuhkan berbagai masalah yang berkaitan dengan kesehatan (Panggabean, 2011).

Kopi yang paling dikenal masyarakat terdiri dari dua jenis yaitu Arabika dan Robusta. Keragaman genetik dalam kultivar kopi arabika di lahan petani sering sekali sulit diidentifikasi secara visual dengan hanya mengandalkan perbedaan karakter-karakter morfologi. Hal tersebut disebabkan kurang terstandarisasinya pengolahan agronomis tanaman kopi oleh petani, seperti pemangkasan, penggunaan naungan, pengaturan jarak tanam, dan pemupukan. Sebagai contoh, adanya perbedaan identitas akan menyebabkan perubahan struktur dan fungsi daun tanaman kopi sehingga memunculkan variasi antar individu dalam kultivar yang sama (Baliza *et al.*, 2012).

Informasi mengenai keragaman genetik dan asal-usul genetik kultivar kopi arabika hingga saat ini masih sangat terbatas. Pengembangannya di lahan petani sudah berlangsung cukup lama sehingga dapat ditemukan lebih dari satu generasi tanaman yang saling tumpang tindih (*overlapping*) dalam hamparan lahan yang sama. Persilangan alami dapat terjadi antar

kultivar kopi arabika bahkan dengan spesies kopi lain yang seringkali tumbuh berdekatan (*sympatric*). Kondisi tersebut memberikan peluang terjadinya aliran gen (*gene flow*), baik antar kultivar maupun antar spesies. Adanya introgesi gen dari luar dapat memunculkan keragaman genetik baru dalam kultivar yang sama sehingga berperan dalam memperluas basis genetik kopi arabika. Hal ini penting mengingat variabilitas genetik spesies kopi arabika telah tereduksi selama proses domestikasi (Maluf *et al*, 2005). Di Sumatera Utara, terutama di Tapanuli Selatan ditemukan beberapa jenis kultivar kopi arabika seperti varietas Bourbon dan varietas Sigarar Utang.

Akan tetapi keragaman genetik kopi arabika dari beberapa kultivar atau varietas masih kurang dalam penelitian terutama yang berkaitan dengan kromosom. Crowder (2015) menyatakan bahwa kromosom merupakan struktur makro molekul yang berisi DNA dimana informasi genetik dalam sel tersimpan dan merupakan alat transportasi materi genetik yang sebagian besar bersegregasi menurut hukum Mendel. Hukum Mendel menyebutkan bahwa pada proses pembentukan gamet (sel kelamin), keturunannya menerima masing-masing gamet dari kedua induknya saat proses pembuahan. Salah satu pemanfaatan kromosom dalam menghasilkan mutasi yang sering digunakan yaitu kolkisin.

Menurut Shodiq dan Parjanto (2009) dalam penelitiannya dijelaskan bahwa perlakuan kolkisin menimbulkan peningkatan (perubahan) jumlah kromosom jahe (*Zingiber officinale* Rosc.). Selain itu, penelitian Rosidah *et al* (2015) tentang pengaruh pemberian kolkisin terhadap morfologi dan jumlah kromosom tanaman binahong (*Anredera cordifolia* (Ten) Steenis) menerangkan bahwa pemberian kolkisin telah berpengaruh terhadap perubahan jumlah kromosom.

Berdasarkan permasalahan yang di jelaskan di atas maka peneliti tertarik untuk meneliti bagaimana jumlah dan bentuk kromosom setelah pemberian kolkisin pada tanaman kopi arabika kultivar bourbon dan kultivar sigarar utang. Tujuan penelitian ini adalah agar dapat memberikan manfaat dan sumber informasi tambahan, bahan rujukan dan data ilmiah bagi mahasiswa, dosen, peneliti maupun masyarakat umum mengenai data pengaruh kolkisin terhadap kromosom tanaman kopi arabika (*Coffea arabica*) varietas Bourbon dan varietas Sigarar Utang.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Biosel Molekuler FMIPA Universitas Negeri Medan. Pengambilan sampel tanaman kopi berlokasi di Perkebunan Tanaman Kopi Pesantren

Darul Mursyid Desa Simanosor Julu Kecamatan Saipar Dolok Hole. Penelitian ini dilaksanakan mulai Bulan Mei 2021 sampai dengan Februari 2022.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: mikroskop cahaya, pisau silet yang dikaratkan, pipet tetes, pinset, botol flakon, objek glass, *cover glass*, bunsen, pulpen, dan alat tulis. Bahan-bahan yang digunakan yaitu sampel akar dari varietas kopi Bourbon, sampel akar kopi varietas Sigarar Utang, kertas, tissue, kolkisin 0,1%, 0,2%, 0,3%. HCl, aquades, asam asetat glasial (AAG) 45%, gliserin, kutek bening, dan *aceto orcein* 2%.

Prosedur Kerja

Penelitian ini secara umum dibagi menjadi dua tahap, yaitu tahap pengambilan sampel di lapangan dan tahap pengamatan kromosom dengan pemberian kolkisin di laboratorium. Proses pertama adalah pengambilan bagian akar sekitar 0,5 cm dari ujung akar setiap 15-30 menit sebagai tahap preparasi. Pemotongan akar dilakukan pada pagi hari jam 07.00 sampai jam 09.00 WIB terhadap akar baru yang tumbuh setelah direndam dengan air selama 1 x 24 jam. Cuplikan ujung akar yang telah dipotong, dimasukkan kedalam wadah yang telah dimasukkan larutan kolkisin 0,1, 0,2% dan 0,3% selama 4 jam. Selanjutnya dibilas dengan aquades. Cuplikan ujung akar, dimasukkan ke dalam botol flakon yang telah dimasukkan larutan asam asetat glasial (AAG) 45% sebanyak 0,5 ml sampai potongan terendam menyeluruh. Selanjutnya, botol diletakkan di dalam kulkas dengan suhu 4°C selama 30 menit. Reagen AAG 45% dibuang dan dibilas dengan aquades sebanyak 3 kali. Selanjutnya, ditetesi larutan asam klorida (HCl) 1N hingga akar terendam secara merata. Kemudian botol didiamkan mengikuti suhu ruangan selama 10 menit. Reagen asam klorida (HCl) dibersihkan menggunakan *aquadest* sebanyak 3 kali. Setelah itu, cuplikan akar direndam dengan menggunakan *Aceto orcein* 1% selama 2 jam. Ujung akar dikeluarkan menggunakan kuas dan ditempatkan di atas gelas benda. Selanjutnya akar dipotong kurang lebih 2-3 mm menggunakan silet pada daerah yang lebih gelap dari akarnya. Selanjutnya, ditetesi gliserin kemudian ditutup menggunakan kaca penutup dan dilakukan proses pemencetan (*squashing*) dengan cara menekan tepat pada preparat akar menggunakan ujung kuas yang tumpul secara perlahan hingga sel tampak menyebar pada kaca benda secara halus. Langkah selanjutnya adalah memberikan label ditepi gelas penutup.

Analisis Data

Data karakterisasi tanaman ini dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk *karyotype*. Hasil karakterisasi dinyatakan dalam sifat-sifat morfologi seperti (jumlah dan bentuk

kromosom). *Karyotype* dibuat dengan program Photoshop CS 6 dengan cara mengurutkan terlebih dahulu kromosom yang memiliki panjang absolut terpanjang sampai terpendek.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Kromosom Tanaman Kopi Arabika Kultivar Bourbon

Berdasarkan hasil penelitian ujung akar yang direndam menggunakan kolkisin dengan konsentrasi 0,1 % selama 4 jam didapatkan hasil melalui mikroskop dengan perbesaran 100x. Didapatkan hasil bahwa jumlah kromosom kopi kultivar Bourbon dengan jumlah $2n = 2x = 22$ pasang set kromosom dengan keadaan normal. Dengan demikian, perlakuan pada konsentrasi 0,1% ini dikatakan normal. Pada konsentrasi 0,1% didapatkan hasil dengan terlihatnya dinding sel kopi, namun demikian kromosom tidak begitu jelas terlihat dikarenakan dengan adanya kemungkinan bahwa tingkat konsentrasi kolkisin 0,1% masih rendah.

Pada gambar yang diperoleh dari mikroskop, dilakukan penggunaan aplikasi Adobe Photoshop CS 6 untuk memperjelas kromosom, di dalam aplikasi adobe photosop dilakukan zoom agar kromosom lebih terlihat jelas. Namun demikian, tidak ditemukannya mutasi pada kromosom maupun pada dinding selnya (Gambar 1.). Penelitian Suryo (2003) yang menyatakan bahwa jumlah kromosom semua individu dari suatu spesies adalah tetap dari generasi ke generasi. Stuessy (1990) dalam Sujadmiko dan Sutikno (1990) menyatakan data



sitologi dapat digunakan pada berbagai tingkatan dalam hirarki taksonomi, terutama pada tingkatan jenis karena memiliki hubungan yang erat dengan faktor reproduksi.

(a)

(b)

(c)

Gambar 1. Kromosom Tanaman Kopi Arabika Kultivar Bourbon pada Konsentrasi Kolkisin (a) 0,1%; (b) 0,2%; (c) 0,3%

Pada konsentrasi kolkisin 0,2% juga tidak ada terlihat mutasi pada kromosom maupun pada dinding selnya. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa tidak terdapatnya perubahan jumlah kromosom pada kultivar ini. Hal tersebut dikarenakan konsentrasi kolkisin 0,2 % yang masih rendah.

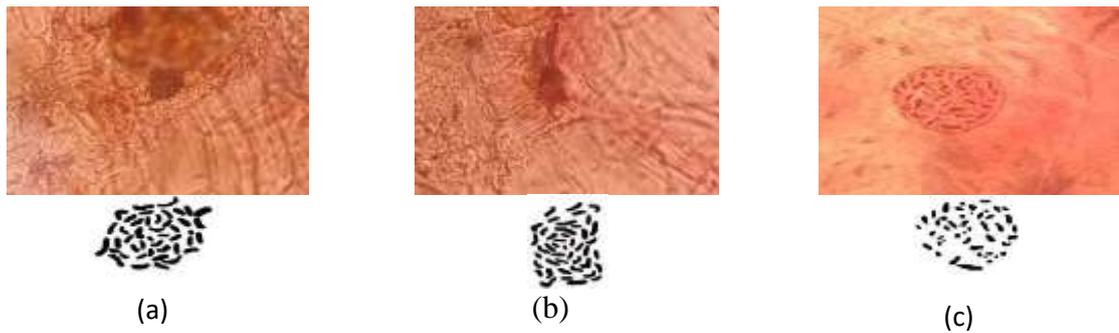
Pada konsentrasi 0,3% ini didapatkan hasil dengan terlihatnya kromosom pada objek kromosom. Pada konsentrasi ini juga didapatkan terjadinya mutasi pada jumlah kromosom. Keadaan normal pada kromosom kopi adalah $2n=2x=22$ pasang set kromosom. Namun, setelah dilakukan perendaman dengan tingkat konsentrasi yang berbeda keadaan kromosom berkurang menjadi $2n=2x-1=21$ pasang atau 42 kromosom. Dimana jumlah set kromosom yang homolog berkurang satu set dan juga menyebabkan terdapatnya kromosom tunggal. Dengan demikian, konsentrasi kolkisin 0,3% ini dapat menimbulkan mutasi pada jumlah kromosom tersebut. Hal ini bisa saja dikarenakan konsentrasi kolkisin yang terlalu tinggi sehingga membuat satu set kromosom mati.

Jumlah Kromosom Tanaman Kopi Arabika Kultivar Sigarar Utang

Pada perlakuan pertama, dilakukan perendaman ujung akar dengan konsentrasi 0.1% selama 4 jam. Didapatkan hasil di bawah mikroskop dengan terlihatnya sedikit kromosom (Gambar 2.). Kemudian untuk menghitung jumlah kromosomnya dilakukan zoom menggunakan aplikasi adobe photosop cs 6 agar bisa menghitung jumlah kromosomnya.

Pada konsentrasi 0,1% , didapatkan jumlah kromosomnya dalam keadaan normal, yaitu $2n=2x=22$ pasang set kromosom, dengan artian jumlah kromosom yang didapat tidak terjadi mutasi atau penambahan maupun berkurangnya jumlah kromosom. Pada saat yang bersamaan dilakukan juga perendaman dengan konsentrasi yang berbeda yaitu dengan konsentrasi kolkisin 0,2% dan didapatkan hasil bahwa terlihatnya kromosom pada dinding sel, sama dengan cara sebelumnya. Untuk menghitung jumlah kromosomnya harus menggunakan aplikasi adobe photosop agar bisa dihitung jumlah kromosomnya. Namun demikian, tidak ada terjadi mutasi pada jumlah kromosomnya baik bertambah maupun berkurangnya kromosom. Jumlah kromosom yang dapat dilihat adalah $2n=2x=22$ pasang set kromosom.

Perendaman dengan konsentrasi 0,3% memperoleh hasil kromosom yang jelas terlihat. Begitu juga dengan jumlah kromosomnya. Jumlah kromosom pada kultivar Sigarar Utang bertambah menjadi $2n=2x+2=24$ pasang. Terdapat sepasangan kromosom homolog dan terdapat juga dua kromosom tunggal. Hal ini terjadi dikarenakan tingkat konsentrasi kolkisin yang tinggi sehingga membuat terjadi mutasi pada jumlah kromosom dan mengakibatkan bertambahnya jumlah kromosom. Pengaruh perendaman kolkisin 0,3% sangat besar, karena terlihat pada dinding sel mengalami kerusakan yang sangat signifikan, karena dinding sel tidak begitu terlihat jelas dan sangat berantakan.



Gambar 2. Kromosom Tanaman Kopi Arabika Kultivar Sigarar Utang Konsentrasi Kolkisin (a) 0,1%; (b) 0,2%; (c) 0,3%

Bentuk Kromosom Tanaman Kopi Arabika Kultivar Bournon

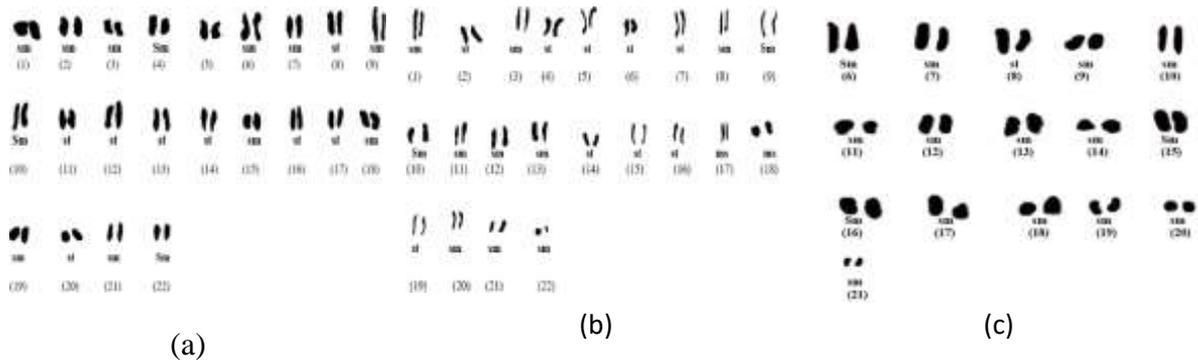
Kromosom yang diberi kolkisin 0,1% didapatkan hasil bentuk yaitu submetasentrik pada nomor 1, 2, 3, 4, 6, 7, 9, 10, 11, 15, 18, 19, 20, 21, 22. Kemudian terdapat bentuk telosentrik pada nomor 5, dan akrosentrik pada nomor 8, 12, 13, 14, 16, 17. Untuk bentuk metasentrik tidak ditemukan pada gambar. Total bentuk kromosom pada gambar dapat dipersentasekan menjadi submetasentrik sebanyak 68,2%, telosentrik sebanyak 4,5%, dan subtelosentrik 27,3%.

Kromosom yang diberi kolkisin 0,2% didapatkan hasil bentuk yaitu sub metasentrik 1, 3, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 17, 18, 20, 21, 22 dan akrosentrik pada nomor 2, 4, 5, 6, 7, 15, 16, 19. Untuk ukuran metasentrik dan telosentrik tidak ditemukan pada gambar. Total bentuk kromosom ini dapat dipersentasekan dengan submetasentrik sebanyak 63,6% dan telosentrik sebanyak 36,4%.

Kromosom yang diberi kolkisin 0,3% didapatkan hasil bentuk yaitu submetasentrik pada nomor 1, 2, 3, 5, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21. Akrosentrik pada nomor 4, 8, 11 dan telosentrik pada nomor 20. Dengan demikian tidak ada terlihat untuk bentuk metasentriknya. Kemunculan bentuk kromosom ini dapat di persentasekan dengan submetasentrik sebanyak 80,9%, akrosentrik sebanyak 14,2%, dan telosentrik sebanyak 4,7%.

Penentuan bentuk kromosom berdasarkan rasio lengan panjang dan lengan pendek kromosom.(Parjanto *et al.*, 2003). Bentuk kromosom dapat diamati dari susunan karyotype (Gambar 3.). Pasangan kromosom homolog ditentukan berdasarkan kemiripan bentuk dan ukuran kromosomnya. Peran karyotype dapat digunakan untuk mengetahui penyimpangan kromosom baik dalam jumlah dan struktur kromosom yang terjadi pada waktu pembelahan sel. Perubahan tersebut dapat berupa penambahan atau pengurangan bagian kromosom dan penyusunan kembali bagian kromosom (*rearrangement*), yang secara genetik melibatkan

bagian-bagian penting kromosom (Sybenga, 1992 cit. Pramashintha *et al.*,2003).



Gambar 3. Susunan Karyotype Kultivar Bourbon Konsentrasi (a) 0,1%; (b) 0,2%; (c) 0,3%.

Bentuk Kromosom Tanaman Kopi Arabika Kultivar Sigarar Utang

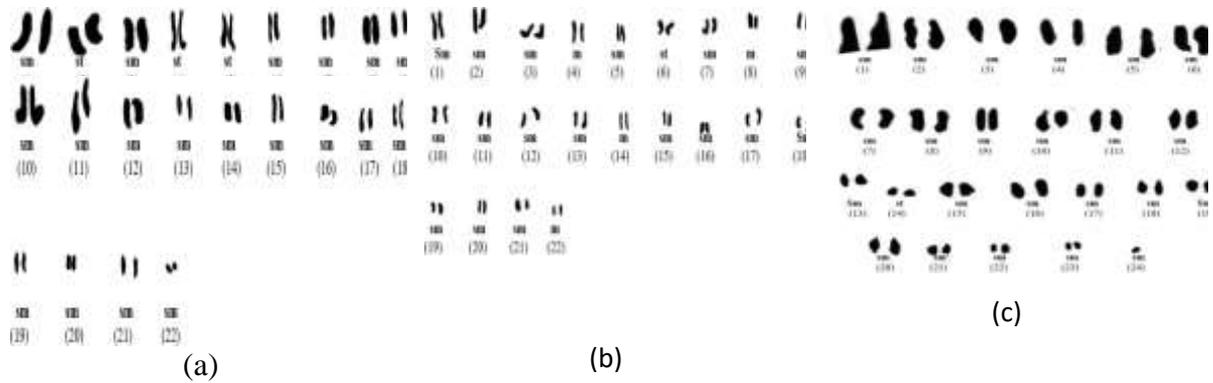
Berdasarkan hasil penelitian didapat bentuk kromosom tanaman kopi arabika kultivar sigarar utang dengan pemberian kolkisin 0,1% terdapat bentuk yaitu submetasentrik 1,2,3,5,7,9,10,11,12,13,15,16,17,18,19,20,21. Metasentrik pada nomor 4,8,14,22 dan akrosentrik terdapat pada nomor 6. Pada hasil penelitian ini tidak ditemukan kromosom dengan bentuk telosentrik. Kemunculan bentuk kromosom ini dapat dipersentasekan dengan submetasentrik 77,2%, 18,1%, dan akrosentrik sebanyak 4,5%.

Pada pemberian kolkisin 0,2% terdapat beberapa bentuk kromosom yaitu submetasentrik 1,2,3,5,7,9,10,11,12,13,15,16,17,18,19,20,21. Terdapat juga bentuk metasentrik pada nomor 4,8,14,22 dan bentuk akrosentrik nomor 6, tetapi tidak terdapat bentuk telosentrik pada pemberian kolkisin 0,2%. Kemunculan bentuk kromosom di atas dapat dipersentasekan dengan submetasentrik sebanyak 17,2%, metasentrik sebanyak 18,1%, dan akrosentrik sebanyak 4,5%. Dengan pemberian kolkisin 0,3% yaitu metasentrik pada nomor 9,15,17,22,23,24. Submetasentrik pada nomor 1,2,3,4,5,6,7,8,10,11,12,13,16,18,19,20, 21. Dan telosentrik pada nomor 14. Berdasarkan hasil ini dapat diketahui bahwa tidak ada terlihat untuk bentuk akrosentriknya. Kemunculan bentuk kromosom di atas dapat dipersentasekan dengan submetasentrik sebanyak 66,6%, metasentrik sebanyak 25%, dan telosentrik sebanyak 4,1%.

Susunan karyotype (Gambar 4.) kromosom diawali dengan pemotongan kromosom satu persatu menggunakan aplikasi adobe photosop. Susunan karyotype dilakukan dengan cara menyusun kromosom homolognya secara berurutan, yaitu dengan menyusun secara berurut dengan ukuran kromosom homolognya mulai dari kromosom yang terbesar sampai pasangan kromosom yang terkecil. Susunan karyotype kromosom kopi arabika (*Coffea arabica*) kultivar Bourbon dan kultivar Sigarar Utang dinyatakan dalam gambar dalam bentuk karyotipe.

Karyotype suatu individu pada dasarnya konstan, namun dalam kondisi tertentu dapat terjadi penyimpangan sehingga morfologi kromosomnya berubah.

Perubahan tersebut dapat berupa penambahan atau pengurangan bagian kromosom dan penyusunan Kembali bagian kromosom (*rearrangement*), yang secara genetik melibatkan bagian-bagian penting kromosom (Sybenga, 1992; Pramashintha *et al.*, 2003).



Gambar 4. Susunan Karyotype Kultivar Sigarar Utang Konsentrasi (a) 0,1%; (b) 0,2%; (c) 0,3%.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa jumlah kromosom pada tanaman kopi kultivar Bourbon dan kultivar Sigarar Utang tidak berpengaruh pada pemberian kolkisin dengan konsentrasi 0,1% dan 0,2%, sehingga didapat kromosom $2n=2x=22$ pasang kromosom. Namun pada konsentrasi kolkisin 0,3% didapatkan perubahan jumlah untuk kultivar Bourbon $2n=2x-1=21$ pasang kromosom, dan kultivar Sigarar Utang $2n=2x+2=24$ pasang kromosom.

Bentuk kromosom pada kultivar Bourbon dengan pemberian kolkisin konsentrasi 0,1% yaitu submetasentrik, telosentrik, dan subtelosentrik. Pada konsentrasi 0,2% yaitu submetasentrik, dan telosentrik. Dan pada konsentrasi 0,3% yaitu submetasentrik, dan telosentrik. Bentuk kromosom pada kultivar Sigarar Utang dengan konsentrasi 0,1% yaitu submetasentrik, dan subtelosentrik. Pada konsentrasi 0,2% yaitu submetasentrik, metasentrik, dan subtelosentrik. Dan pada konsentrasi kolkisin 0,3% yaitu submetasentrik, metasentrik, dan telosentrik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adaniya, S., dan Shira, D (2001). In Vitro Induction of Tetraploidginger (*Zingiber officinale* Roscoe) and its pollen fertility and germinability. *Scientia Horticulturae*, 88 (4): 277-287.
- Ariyanto, S.E., dan Parjanto, S (2009). Pengaruh Kolkisin terhadap Fenotipe dan Jumlah Kromosom Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.). *Skripsi*. Universitas Muria Kudus. Surakarta.
- Bernawie, N., Ajjah N., dan Rostiana, O (2002). Karakterisasi Morfologi dan Mutu Adas (Feonim vulgare Mill). *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*, 13(2): 10-17.
- Crowder, L.V (2015). Genetika Tumbuhan. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Danies, R.A., Chalvia, Z., Dea, F., RIFA, A., Kusnah, D.P., Triska, A.N., Uswatun, M., dan Bartolomius, R. (2019). Karakterisasi Kromosom Spesies Anggota Familia Solanaceae. *Biotropic the Journal of Tropical Biology*, 3(1): 24-38.
- Daryono, B.S., dan Kumalawati, D. A., (2011). Identification of Local Melon (Cucumis melo L. var. Bartek) Based on Chromosomal Characters. *HAYATI Journal of Biosciences*, 18 (4): 197–200.
- Djong, H.T., Syaifullah., Silvia, I., dan Arie, A (2012). Kariotipe *Rana chalconota* Kompleks yang terdapat di Sumatera Barat. *Biospecies*, 5(2): 13-19.
- Eigsti, O.J., and Dustin, P (1995). *Colchicine in Agriculture, Medicine, Biology, and Chemistry*. The Iowa State College Press. Ames, Iowa.
- Ferazzano, G.T., Ivan, A., Aniello, L., Natale, D.A., and Pollio A (2009). Anti-Cariogenetic Effects of Polyphenols From Plant Stimulation Beverages (Cocoa, coffee, Tea). *Fitoterapia*, 6(2): 678-744.
- Haryanto, F.F., (2010). Analisis Kromosom dan Stomata Tanaman Salak Bali (*Salacca zalacca* var. amboinensis (Becc) Mogeia), Salak Padang Sidempuan (*S. sumatrana* (Becc)) dan Salak Jawa (*S. zalacca* var. zalacca (Becc) Mogeia). *Skripsi*. 33-47.
- Herrera, J.C., Camayo, G. De-La-Torre., Galeano, N., Salcedo E., Rivera, L. F., and Duran A. (2013). Identification and Distribution of Copia-like Retrotransposon Sequences in the Coffee (*Coffea* L.) Genome. *Agronomia Colombiana*, 31(3): 269-278.
- Kato, A., Lamb, J.C., and Birchler, J.A (2004). Chromosome Painting Using Repetitive DNA Sequences as Probes for Somatic Chromosome Identification. *Maize. Proceedings of the National Academy of Sciences*, 101(37): 13554- 13559.
- Maluf, M. P., Silvestrini, M., Ruggiero, L. M. de C., Guerreiro Filho, O., dan Colombo, C. A (2005). Genetic Diversity of Cultivated *Coffea arabica* Inbred Lines assessed by RAPD, AFLP and SSR Marker Systems. *Scientia Agricola*, 62(4):366-373.
- Mansyurdin (2000). Penggandaan Kromosom Tanaman Cabai Keriting dan Cabai Rawit. *Artikel Penelitian Doktor Muda*. SPP/DPP Universitas Andalas Tahun 1999/2000.

- Murni, Dewi., (2010). Pengaruh Perlakuan Kolkisin Terhadap Jumlah Kromosom dan Fenotip Tanaman Cabai Keriting. *Jurnal Agroekotek*, 2(1): 43-48.
- Oktaviana (2008). Pengaruh Kolkisin terhadap Pertumbuhan dan Produksi Dua Tipe Kencur (*Kaempferia galanga* linn.). *Jurnal Produksi Tanaman*, 6(3): 599-608.
- Omidbaigi,R.,Mirzae,M.,Hassani,M.E,andMoghadam,M.S(2010).Induction and Identification of Polyploidy in Basil (*Ocimum basilicum* L.). *Medicinal Plant by Colchicines Treatmen. International Journal of Plant Production*, 4(2): 87- 98.
- Panggabean,E. (2011). *Buku Pintar Kopi*. PT.Argo Media Utama. Jakarta.
- Welsh (1991). Pengaruhkolkisin terhadap Pembentukan Sel-sel Melon Tetraploid. *Buletin Agro Industri*, 5(2): 5-11.
- Pierozzi, N.I.I., Pinto-Maglio, N. C. A. F., Cruz, N. D. 1999. Chraracterization of Somatic chromosomes of Two Diploid Species of Coffea L. with Acetic Orcein and C- band Techniques. *Caryologia*, 1: 52-58.
- Pramashintha, F., A. Purwantoro dan Taryono (2003). Analisis Kromosom dalam Penentuan Jenis Kelamin Tanaman Melinjo (*Gnetum gnemon* L.). *Agrosains*. 16(1): 17-29.
- Rahardjo, P. (2012). *Panduan Budidaya dan Pengolahan Kopi Arabica dan Robusta*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Randriani, E., Dani, dan Wardiana, E (2014). Evaluasi Ukuran Biji Beras, Kadar Kafein, dan Mutu Cita Rasa Lima Kultivar Kopi Arabika. *Jurnal Tanaman Industri dan Penyegar*, 1(1): 49-56.
- Radiya M (2013). Karakterisasi Morfologi Tanaman Pisang (*Musa paradisiaca* L.) di Kabupaten Agam. *Skripsi*. Fakultas Pertanian Universitas Taman Siswa. Padang.
- Rosidah, M., Eva, S. B. G., dan Diana, S. H (2015). Pengaruh Pemberian Kolkisin terhadap Morfologi dan Jumlah Kromosom Tanaman Binahong (*Anredera cordifolia* Tenn. Steenis.). *Biospesies*, 10: 15-21.
- Shodiq, E. A., dan Parjanto, S (2009). Pengaruh Kolkisin terhadap Fenotipe dan Jumlah Kromosom Jahe (*Zingiber officinale* Rosc.). *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*, 19 (1) 1: 11-17.
- Stace, C.A. (1979). *Plant Taxonomy and Biosystematics*. 2nd Edition. Edward Arnold, London.
- Sujadmiko,H.danSutikno(1990).Taksonomi Lumut Gymnostomiellavernicosa (Hook.) Fleisch Ditinjau Dari Jumlah Kromosom. *J. Biologi*, 2(7): 355- 363.
- Suliantini, N.W.S (2003). Analisis Kariotipe dan Hubungan Kekerabatan Beberapa Jenis Keladi Hias (*Calladium* spp.). *Tesis*. Pascasarjana UGM. Yogyakarta.
- Sulistyaningsih, R (2006). Peningkatan Kualitas Anggrek Dendrodium Hibrida dengan Pemberian Kolkisin.. *Imu Pertanian*, 11 (1), 2004 : 13-21.

Suryo(1995). *Sitogenetika*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Welsh (1991). Pengaruh Kolkisin terhadap Pembentukan Sel-sel Melon Tetraploid. *Buletin Agro Industri*, 5(2): 5-11.