

KARAKTERISASI KROMOSOM SPESIES ANGGOTA FAMILIA SOLANACEAE

Ganies Riza Aristya^{1*}, Chalvia Zuyyina¹, Dea Febiansi¹, Rifa Ayuningsih¹, Kusnah Dian Prasiwi¹, Triska Ayu Nurwijayanti¹, Uswatun Mujahidah¹, Bartolomius Renaldy¹

¹Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

*ganies_riza@ugm.ac.id

ABSTRACT

Indonesia is known as a country rich in various agricultural and plantation products, including vegetables. One effort to improve quality of the production by identifying and characterizing chromosomes. The purpose study to characterize number, shape and size of the chromosomes in Solanaceae family. The study using modified Squash method. Chromosome preparation including fixation, maceration, staining, and analyzed using Image Raster 3 application, then Corel Draw X6. The results showed study to characterize the number, shape and size in the *Capsicum annum* L. Tm 999 ($2n=20m+4sm$ and $2,41$ s/d $9,99 \mu m$) then *Capsicum frutescens* L. Kencana ($2n=16m+8sm$ and $3,12$ s/d $10,49 \mu m$). In *Solanum lycopersicum* Or Diana and Marta ($2n=16m+8sm$ and $3,12$ s/d $10,49 \mu m$) then ($2n=22m+2sm$ and $2,65$ s/d $7,28 \mu m$). In *Lycopersicon esculentum* Mill. Juliet and Tropical Ruby ($2n=18m+6sm$ and $0,77$ s/d $1,81 \mu m$) then ($2n=20m+4sm$ and $0,39$ s/d $0,94 \mu m$). *Solanum melongena* L. Or Valerie and Mustang ($2n=24m$ and $0,29$ s/d $0,87 \mu m$) then ($2n=22m+2sm$ and $0,5$ s/d $1,28 \mu m$). In *Solanum melongena* L. Kania and Pulus ($2n=20m+4sm$ and $0,64$ s/d $3,43 \mu m$) then ($2n=16m+8sm$ and $0,84$ s/d $2,51 \mu m$). In *Solanum melongena* L. Jenjo and Planet Hijau ($2n=18m+6sm$ and $0,65$ s/d $2,423 \mu m$) then ($2n=14m+10sm$ and $0,46$ s/d $1,73 \mu m$). In *Capsicum annum* var. Grossum L. Red Star and Purple Star ($2n=22m+2sm$ and $3,19$ s/d $8,49 \mu m$) then ($2n=24m$ and $5,5$ s/d $11,92 \mu m$).

Keywords: Chromosome, Solanaceae, squash

ABSTRAK

Indonesia dikenal sebagai negara yang kaya berbagai hasil pertanian dan perkebunan, termasuk di dalamnya sayuran. Salah satu usaha memperbaiki dan meningkatkan kualitas produksi dengan melakukan identifikasi dan karakterisasi dari kromosom. Tujuan penelitian ini untuk mengkarakter jumlah, bentuk dan ukuran kromosom anggota familia Solanaceae. Penelitian dilakukan dengan metode pencet (*Squash*) yang dimodifikasi. Preparasi kromosom meliputi fiksasi, maserasi staining dan dianalisis dengan aplikasi Image Raster 3 dan Corel Draw X6. Hasil penelitian karakterisasi kromosom yaitu jumlah, bentuk dan ukuran kromosom pada *Capsicum annum* L. Tm 999 ($2n=20m+4sm$ dan $2,41$ s/d $9,99 \mu m$) sedangkan *Capsicum frutescens* L. Kencana ($2n=16m+8sm$ dan $3,12$ s/d $10,49 \mu m$). Pada *Solanum lycopersicum* Or Diana dan Marta ($2n=20m+4sm$ dan $1,23$ s/d $2,18 \mu m$) sedangkan ($2n=22m+2sm$ dan $2,65$ s/d $7,28 \mu m$). Pada *Lycopersicon esculentum* Mill. Juliet dan Tropical Ruby ($2n=18m+6sm$ dan $0,77$ s/d $1,81 \mu m$) sedangkan ($20m+4sm$ dan $0,39$ s/d $0,94 \mu m$). Pada *Solanum melongena* L. Or Valerie dan Mustang ($2n=24m$ dan $0,29$ s/d $0,87 \mu m$) sedangkan ($2n=22m+2sm$ dan $0,5$ s/d $1,28 \mu m$). Pada *Solanum melongena* L. Kania dan Pulus, $2n=20m+4sm$ dan $0,64$ s/d $3,43 \mu m$ serta $2n=16m+8sm$ dan $0,84$ s/d $2,51 \mu m$. Pada *Solanum melongena* L. Jenjo dan Planet Hijau, ($2n=18m+6sm$ dan $0,65$ s/d $2,423 \mu m$) sedangkan

($2n=14m+10sm$ dan 0.46 s/d $1.73 \mu m$). Pada *Capsicum annum* var. *Grossum* L. Red Star dan Purple Star ($2n=22m+2sm$ dan 3.19 s/d $8.49 \mu m$) sedangkan ($2n=24m$ dan 5.5 s/d $11.92 \mu m$).

Kata Kunci: Solanaceae, kromosom, *squash*

PENDAHULUAN

Tanaman pangan dan hortikultura merupakan salah satu komoditas utama bagi masyarakat Indonesia yang merupakan negara agraris. Indonesia mempunyai iklim tropis yang sesuai untuk pertanian dan perkebunan, sehingga menyebabkan negara ini sangat kaya akan jenis dan kultivar tanaman pangan. Beberapa contoh tanaman pangan hasil perkebunan yang umum dibudidayakan oleh masyarakat Indonesia diantaranya adalah dari anggota Familia Solanaceae seperti cabai keriting, cabai rawit, tomat, tomat ceri, terong ungu, terong putih, terong gelatik dan paprika. Masyarakat Indonesia sangat menggemari tanaman hasil perkebunan dari Familia Solanaceae tersebut sebagai komoditas pangan. Menurut data Statistik Pertanian Hortikultura (SPH) tahun 2015, cabai dan tomat termasuk kedalam 5 jenis tanaman sayuran yang memberikan kontribusi produksi terbesar terhadap produksi sayuran di Indonesia dengan persentase berturut-turut sebesar 9,02% dan 7,69%. Berdasarkan data yang diterbitkan Badan Pusat Statistik (BPS) pada tahun 2006 sampai dengan 2016, produksi terong juga cenderung meningkat dari tahun ke tahun satu yaitu mencapai 200.000-370.000 ton tiap

tahunnya. Hasil produksi sayuran di Indonesia dan konsumsi masyarakat Indonesia terhadap komoditas di atas tergolong tinggi, akan tetapi tidak diimbangi dengan kualitas hasil produksi yang baik. Maka dari itu, perlu dilakukan penelitian dasar dalam bidang genetika sebagai salah satu upaya untuk meningkatkan hasil inovasi dibidang pemuliaan tanaman. Penelitian sayuran dalam bidang genetika sudah ada sebelumnya, akan tetapi masih jarang dilakukan untuk meneliti bagaimana pembelahan sel dan jumlah kromosom didalamnya. Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengkarakterisasi kromosom (jumlah kromosom, bentuk dan ukuran) dari cabai keriting dan cabai rawit (*Capsicum annum* L. Tm 999 dan *Capsicum frutescens* L. Kencana), tomat (*Solanum lycopersicum* Or Diana dan Marta), tomat ceri (*Lycopersicon esculentum* Mill. Juliet dan Tropical Ruby), terong ungu (*Solanum melongena* L. Or Valerie dan Mustang), terong putih (*Solanum melongena* L. Kania dan Pulus), terong gelatik (*Solanum melongena* L. Jenjo dan Planet Hijau), paprika (*Capsicum annum* var. *Grossum* L. Red Star dan Purple Star).

METODE

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Februari sampai dengan September 2018. Sampling dan survei benih dilakukan di desa Banyuroto, Kecamatan Sawangan, Kabupaten Magelang, Provinsi Jawa Tengah (Tabel 1). Metode preparasi kromosom sampai dengan pengamatan dilakukan di Laboratorium Genetika dan Pemuliaan Fakultas Biologi UGM.

Bahan dan Alat

Bahan benih sayur dari 8 (delapan) spesies anggota dari Familia Solanaceae yang digunakan dalam penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 1. Benih sayuran diperoleh dari toko pertanian di daerah Sleman. Reagen kimia yang digunakan untuk preparasi kromosom berasal dari Laboratorium Genetika dan Pemuliaan Fakultas Biologi, Universitas Gadjah Mada antara lain Asam Asetat Glisial (AAG) 45%, asam klorida (HCl) 1N, *Aceto Orcein* 1%, akuades, gliserin, cat kuku bening, dan tisu. Alat yang digunakan antara lain cawan petri, penggaris, *scalpel*, kuas, mikrotub, oven, lemari pendingin, gelas benda, gelas penutup, kertas label, pipet tetes, pipet hisap, pulpen, pensil, kamera (*Canon Optilab*), mikroskop cahaya *Olympus BX-41*, kotak preparat, petridish, Erlenmeyer, gelas ukur.

Tabel 1. Benih sayur dari 8 (delapan) spesies anggota Solanaceae

No	Nama Spesies	Nama Umum	Nama Kultivar
1	<i>Capsicum annuum</i> L.	Cabai Keriting	Tm 999
2	<i>Capsicum frutescens</i> L.	Cabai Rawit	Kencana
3	<i>Solanum lycopersicum</i>	Tomat	Or Diana Marta
4	<i>Lycopersicon esculentum</i> Mill.	Tomat Ceri	Juliet Tropical Ruby
5	<i>Solanum melongena</i> L.	Terong Ungu	Or Valerie Mustang
6	<i>Solanum melongena</i> L.	Terong Putih	Kania Pulus
7	<i>Solanum melongena</i> L.	Terong Gelatik	Jeno Planet Hijau
8	<i>Capsicum annuum</i> var. <i>Grossum</i> L.	Paprika	Red Star Purple Star

Cara Kerja

Preparasi kromosom

Metode preparasi kromosom yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pencet (*Squash*) dari Nathewet *et al.* (2009) yang telah dimodifikasi. Proses optimasi kromosom dilakukan selama 24 jam dengan interval waktu 15 menit. Optimasi kromosom bertujuan untuk menentukan rentang waktu mitosis aktif.

Pemotongan Primordia Akar

Akar primer yang muncul pada benih delapan spesies sayuran di kedua kultivar

dilakukan pemotongan ± 0.5 cm setiap 15-30 menit dilakukannya proses preparasi.

Fiksasi

Cuplikan ujung akar dimasukkan kedalam *mikrotube* yang telah dimasukkan asam asetat glasial (AAG) 45% sebanyak 0,5 ml sampai potongan terendam menyeluruh selanjutnya botol diletakkan didalam kulkas dengan suhu 4°C selama 24 jam.

Maserasi

Reagen AAG 45% dibuang dan dibilas dengan akuades sebanyak 3 (tiga) kali. Selanjutnya ditetesi larutan asam klorida (HCl) 1N hingga akar terendam secara merata. Kemudian botol diinkubasi pada suhu 57°C selama 6 menit.

Pewarnaan

Reagen asam klorida (HCl) dibersihkan menggunakan akuades sebanyak 3 kali. Setelah itu, cuplikan akar direndam dengan menggunakan *Aceto Orcein* 1% selama 2 jam.

Pemencetan (*Squashing*)

Ujung akar dikeluarkan menggunakan kuas dan ditempatkan diatas gelas benda. Selanjutnya akar dipotong $\pm 2-3$ mm menggunakan silet pada daerah yang lebih gelap akar. 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 kuteks ditepi gelas penutup.

Pengamatan dan Pemetretan

Pengamatan dilakukan menggunakan mikroskop *Olympus BX41* dan kamera *Optilab* dengan perbesaran 100 x 40. Pengambilan gambar terfokus pada fase prometafase yang akan digunakan untuk perhitungan kromosom dan tahap selanjutnya yaitu *karyotyping*.

Karyotyping dan Idiogram

Gambar prometafase terbaik dipilih dan selanjutnya diukur dan dipotong sesuai pengamatan dengan menggunakan *Image Raster 3* dan *Corel Draw X6*. Kemudian ukuran data diolah menggunakan aplikasi Microsoft Excel 2007 hingga menghasilkan idiogram.

Analisis Hasil

Penghitungan kromosom

Jumlah kromosom masing-masing kultivar dihitung secara langsung pada gambar hasil pemetretan mikroskop pada tahapan prometafase dengan program *Image Raster 3*.

Pengukuran panjang kromosom

Pengukuran panjang lengan pendek (p) dan panjang lengan panjang (q) kromosom pada masing-masing kultivar dilakukan menggunakan Analisis jumlah kromosom, *karyotyping* berupa ukuran lengan panjang, lengan pendek, indeks

sentromer, penentuan bentuk kromosom, dan pembuatan idiogram dilakukan secara manual dengan bantuan aplikasi *Image Raster 3*, *Photoscape v3.6*, *Corel Draw X6*, dan *Microsoft Excel 2007*.

Penghitungan Indeks Sentromer (IS) dan rasio lengan panjang kromosom terhadap lengan pendek (RLK)

Data yang berisi ukuran panjang kromosom selanjutnya digunakan untuk menghitung nilai indeks sentromer (IS) dan rasio lengan panjang kromosom terhadap lengan pendek (RLK) menurut menurut Ahloowalia (1965) (Tabel 2).

$$IS = \frac{p.lengan\ pendek\ kromosom\ (p)}{p.\ absolut\ kromosom\ (p + q)} \times 100$$

$$RLK = \frac{p.lengan\ panjang\ kromosom\ (q)}{p.lengan\ pendek\ kromosom\ (p)}$$

Tabel 2. Bentuk kromosom berdasarkan nilai Indeks Sentromer (IS) dan rasio lengan panjang kromosom terhadap lengan pendek (RLK)

Indeks Sentromer	RLK	Bentuk Kromosom
37,50 – 50,00	1,00 – 1,68	Metasentris
25,00 – 37,49	1,68 – 3,00	Submetasentris
12,50 – 24,99	3,01 – 7,00	Akrosentris
0 - 12,49	≥ 7,00	Telosentris

Pembuatan karyotype dan ideogram

Data ukuran dan bentuk kromosom sayur masing-masing kultivar yang diperoleh, dianalisis secara deskriptif dan disajikan

dalam bentuk *karyotype* dan idiogram. *Karyotype* dibuat menggunakan program *Corel Draw X4* dengan cara mengurutkan terlebih dahulu kromosom yang memiliki panjang absolut terpanjang sampai terpendek. *Karyotype* yang sudah dibuat digunakan sebagai acuan dalam pembuatan idiogram yang dibuat menggunakan *Microsoft Excel 2007*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Familia Solanaceae yang diteliti kali ini yaitu beranggotakan cabai keriting dan cabai rawit (*Capsicum annum* L. Tm 999 dan *Capsicum frutescens* L. Kencana), tomat (*Solanum lycopersicum* Or Diana dan Marta), tomat ceri (*Lycopersicon esculentum* Mill. Juliet dan Tropical Ruby), terong ungu (*Solanum melongena* L. Or Valerie dan Mustang), terong putih (*Solanum melongena* L. Kania dan Pulus), terong gelatik (*Solanum melongena* L. Jenjo dan Planet Hijau), paprika (*Capsicum annum* var. *Grossum* L. Red Star dan Purple Star). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat diketahui rentang waktu mitosis aktif dari ke-delapan spesies anggota familia Solanaceae yaitu pada pukul 07.00-10.00 WIB (data tidak ditampilkan dalam naskah ini). Sementara itu, jumlah kromosom yang diperoleh dari masing-masing spesies anggota Solanaceae ditunjukkan pada Gambar 1 yang dapat diketahui bahwa jumlah kromosom dari

delapan spesies anggota Solanaceae memiliki jumlah kromosom yaitu $2n=24$.

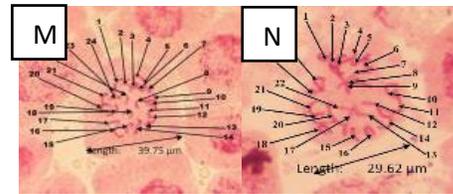
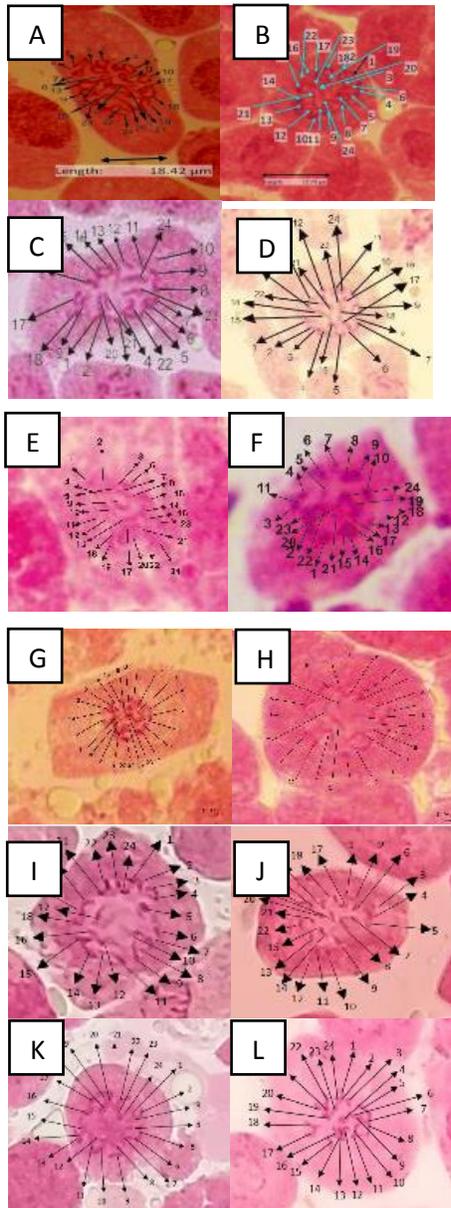
Adanya perbedaan jumlah kromosom dari spesies anggota familia Solanaceae disebabkan oleh setiap spesies dan kultivar memiliki konten genom yang berbeda antara satu dengan yang lainnya yang akan mengubah atau mempengaruhi bentuk, ukuran, struktur kromosom dan urutan gen. Meskipun pada genus yang sama memiliki jumlah kromosom dasar yang sama, namun konten genom pada kromosomnya akan berbeda, hal tersebut dipengaruhi dari sistem persilangan oleh pemulia tanaman atau dapat juga dipengaruhi oleh faktor lingkungan. Akibat dari perbedaan metode persilangan yang berpengaruh pada proses meiosis didalam kultivar tersebut maka akan berpengaruh pula pada pola dan susunan gen-gen yang tersebar pada kromosom tanaman tersebut. Dalam spesies yang sama tidak hanya memiliki rentang waktu mitosis yang berbeda, namun dapat juga memiliki perbedaan fenotip yang nampak. Perbedaan ini terjadi sebagai ekspresi dari variasi struktur kromosom dan urutan gen yang terdapat pada masing-masing spesies.

Jumlah kromosom dapat diketahui dan dihitung melalui fase prometafase pada pembelahan mitosis. Pada fase ini terjadi gerakan tersentak kromosom yang menyebabkan kromosom terkondensasi menyebar didalam sitoplasma sehingga

mempermudah proses penghitungan jumlah kromosom tanpa adanya pengamatan kromosom yang tumpang tindih. Pada tanaman yang berada dalam satu spesies yang sama memiliki jumlah kromosom dasar yang sama, hal itu dikarenakan salah satu karakter yang menyatakan suatu organisme dalam satu spesies yang sama selain karakter morfologi bunga sebagai alat reproduksi adalah jumlah kromosom dasar.

Tumbuhan yang berada dalam satu spesies yang sama dapat saling melakukan penyerbukan dan dapat menghasilkan keturunan yang fertil, sehingga dapat dihasilkan tanaman tanaman dibawah kategori spesies seperti subspecies, varietas dan kultivar yang dapat saling disilangkan dan menghasilkan tanaman baru yang bersifat fertil. Selain diakibatkan oleh kecocokan alat reproduksinya, juga dikarenakan jumlah kromosom dasar yang sama, sehingga ketika proses meiosis setiap kromosom dapat memiliki pasangan, karena jumlah kromosom kedua induknya sama. Namun pada satu familia yang sama dapat diperoleh anggota spesies yang memiliki variasi dalam jumlah kromosom dasarnya. Hal itu diakibatkan semakin tinggi level kategori suatu taksa, maka semakin banyak perbedaan yang ada begitu pula dalam aras molekulernya. Perbedaan jumlah kromosom dasar tersebut merupakan suatu mekanisme isolasi reproduktif untuk mencegah

terjadinya *interbreeding* antar spesies, genus, familia atau kategori lain yang berbeda. Jika terjadi breeding antara dua spesies yang berbeda, maka tidak akan dapat dihasilkan keturunannya karena perbedaan jumlah kromosom dasar pada umumnya.



Gambar 1. Jumlah kromosom delapan spesies anggota Solanaceae

Keterangan: Cabai Keriting (*Capsicum annum* L. Tm 999) (A); Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L. Kencana) (B); Tomat (*Solanum lycopersicum* Or Diana (C) dan Marta (D)); Tomat Ceri (*Lycopersicon esculentum* Mill. Juliet (E) dan Tropical Ruby (F)); Terong Ungu (*Solanum melongena* L. Or Valerie (G) dan Mustang (H)); Terong Putih (*Solanum melongena* L. Kania (I) dan Pulus (J)); Terong Gelatik (*Solanum melongena* L. Jen0 (K) dan Planet Hijau (L)); dan Paprika (*Capsicum annum* var. *Grossum* L. Red Star (M) dan dan Purple Star (N)).

Perbandingan analisis *karyotype* delapan spesies anggota familia Solanaceae (Gambar 2) menunjukkan perbedaan baik dalam formula kromosom, bentuk, jumlah dan ukurannya. Gambar 2A dan 2B menunjukkan perbandingan *karyotype* kromosom pada tanaman cabai keriting kultivar Tm 999 dan cabai rawit kultivar

Kencana secara berturut-turut berbeda yaitu $2n=24=20m+4sm$ dengan panjang absolut 2,41 s/d 9,99 μm dan $2n=24=16m+8sm$ dengan panjang absolut 3,12 s/d 10,49 μm . Cabai keriting kultivar Tm 999 dan cabai rawit kultivar Kencana memiliki jenis *karyotype* asimetris dengan formula yang beragam karena terdiri dari kromosom bertipe metasentrik dan submetasentrik. Pada cabai keriting kultivar Tm 999 kromosom submetasentrik terletak di pasangan kromosom nomor 3 dan 7, sedangkan pada cabai rawit kultivar Kencana kromosom submetasentrik terletak di pasangan kromosom nomor 4,9,11 dan 12.

Pada gambar 2c dan 2d menunjukkan perbandingan *karyotype* kromosom pada tanaman tomat kultivar Or Diana dan Marta secara berturut turut berbeda yaitu $2n=24=20m+4sm$ dengan panjang absolut 1,23 s/d 2,18 μm dan $2n=24=22m+2sm$ dengan panjang absolut 2,65 s/d 7,28 μm . Tomat kultivar Or Diana dan Marta memiliki *karyotype* asimetris dengan formula yang beragam karena terdiri dari kromosom bertipe metasentrik dan submetasentrik. Pada kultivar Or Diana kromosom submetasentrik terletak di pasangan kromosom nomor 1 dan 3 sedangkan pada kultivar Marta terletak pada pasangan kromosom nomor 9.

Gambar 2E dan 2F menunjukkan perbandingan *karyotype* kromosom pada

tanaman Tomat Ceri kultivar Juliet dan kultivar Tropical Ruby. Tomat ceri kultivar Juliet memiliki formula kromosom yaitu $2n=24=18m+6sm$ dengan panjang absolut kromosom 0,77 s/d 1,81 μm dan pada tomat ceri kultivar Tropical Ruby memiliki formula kromosom yaitu $2n=24=20m+4sm$ dengan panjang absolut kromosom 0,39 s/d 0,94 μm . *Karyotype* tomat ceri kultivar Juliet dan kultivar Tropical Ruby memiliki *karyotype* asimetris dengan formula yang beragam, karena terdiri dari kromosom bertipe metasentrik dan sub metasentrik. Kedua kultivar memiliki tipe formula kromosom yang sama, namun memiliki perbedaan yaitu pada letak kromosom sub metasentrik. Pada kultivar Juliet kromosom sub metasentrik terletak di pasangan kromosom nomor 5, 6, dan 9, sedangkan pada kultivar Tropical Ruby kromosom submetasentrik terletak pada pasangan kromosom nomor 6 dan 9.

Berdasarkan Gambar 2G dan 2H menunjukkan perbandingan *karyotype* kromosom pada tanaman terong ungu kultivar Or Valerie dan kultivar Mustang secara berturut turut berbeda yaitu $2n=24=24m$ dengan panjang absolut kromosom 0,29 s/d 0,87 μm dan $2n=24=22m+2sm$ dengan panjang absolut kromosom 0,5 s/d 1,28 μm . Terong ungu kultivar Or Valerie memiliki *karyotype* simetris dengan tipe kromosom secara keseluruhan adalah metasentrik sedangkan

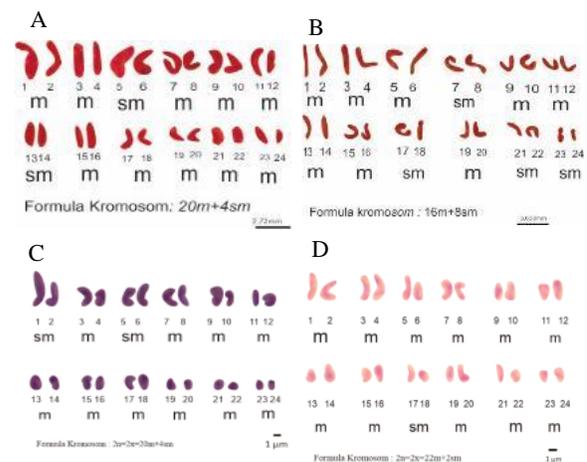
kultivar Mustang memiliki *karyotype* asimetris dengan tipe kromosom metasentrik dan submetasentrik. Kromosom submetasentris terletak pada pasangan kromosom nomor 3 dan 4.

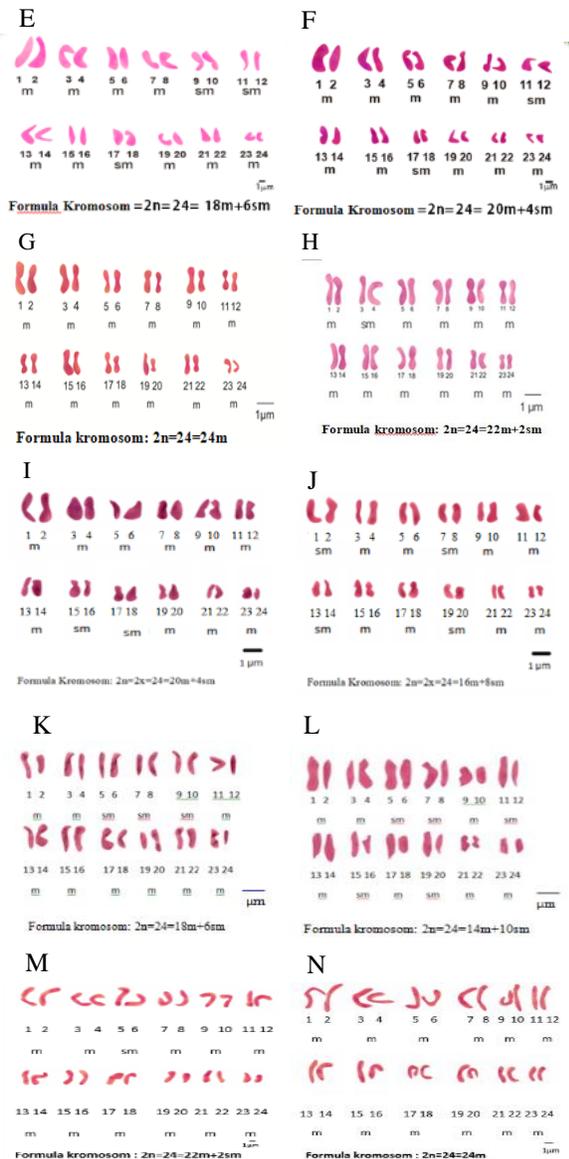
Berdasarkan gambar 2I dan 2J menunjukkan perbandingan *karyotype* kromosom pada tanaman terong putih kultivar Kania dan kultivar Pulus secara berturut turut berbeda yaitu $2n=2x=24=20m+4sm$ dengan panjang absolut kromosom 0.64 s/d 3.43 μm dan $2x=24=16m+8sm$ dengan panjang absolut kromosom 0.84 s/d 2.51 μm . Pada kedua kultivar memiliki jenis kromosom metasentris dan submetasentris. Pada terong putih kultivar Kania terdapat kromosom submetasentris pada pasangan kromosom nomor 8 dan 9 sedangkan pada terong putih kulivar Pulus terdapat kromosom submetasentris pada pasangan kromosom nomor 1, 4, 7 dan 10.

Berdasarkan gambar 2K dan 2L menunjukkan perbandingan *karyotype* kromosom pada tanaman terong gelatik kultivar Jenjo dan Planet Hijau secara berturut-turut berbeda yaitu $2n=2x=24=18m+6sm$ dengan panjang lengan absolut 0.65 s/d 2.423 μm dan $2n=24=14m+10sm$ dengan panjang lengan absolut 0.46 s/d 1.73 μm . Jenis kromosom kedua kultivar adalah metasentris dan submetasentris. Pada kultivar Jenjo

kromosom sub metasentrik terletak di pasangan kromosom nomor 3, 4, dan 5, sedangkan pada kultivar Planet Hijau kromosom submetasentrik terletak pada pasangan kromosom nomor 3, 4, 6, 8 dan 10. Kultivar Jenjo memiliki pertumbuhan kecambah yang lebih cepat dibandingkan Planet Hijau.

Dari gambar 2M dan 2N dapat diketahui perbandingan *karyotype* kromosom pada tanaman paprika kultivar Red Star dan Purple Star secara berturut-turut yaitu $2n=24=22m+2sm$ dengan panjang lengan absolut kromosom 3.19 s/d 8.49 μm dan $2n=24=24m$ dengan panjang absolut kromosom 5.5 s/d 11.92 μm . Jenis kromosom pada kultivar Red Star adalah metasentrik dan submetasentrik sedangkan pada kultivar Purple Star jenis kromosomnya adalah metasentrik. Pada kultivar Red Star, kromosom submetasentrik terletak pada pasangan kromosom nomor 3.



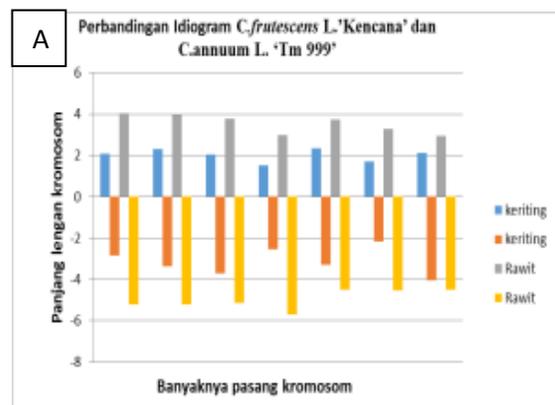


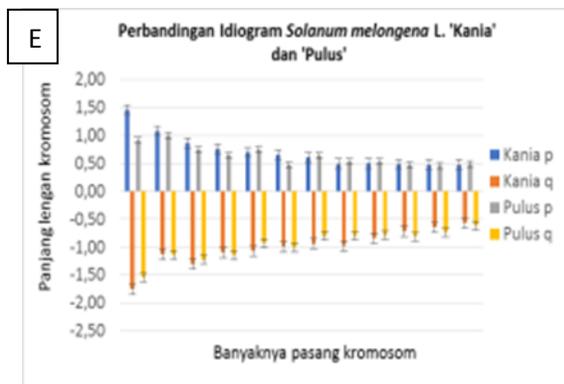
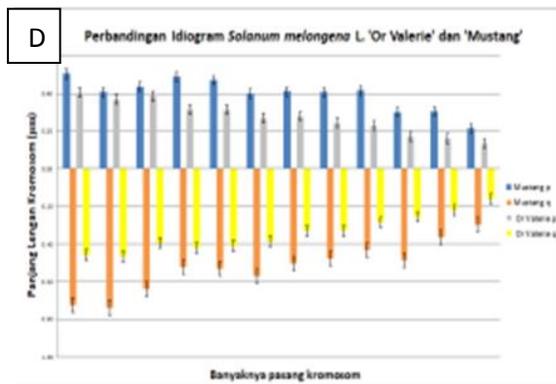
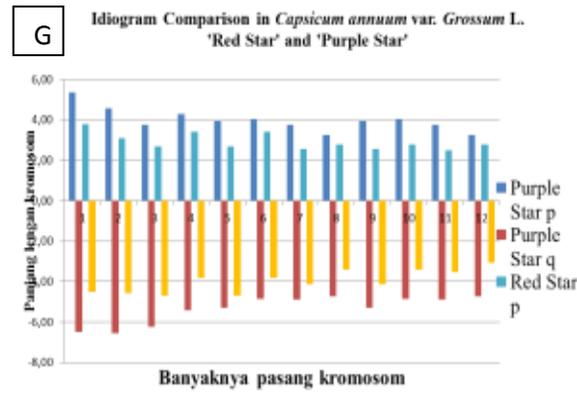
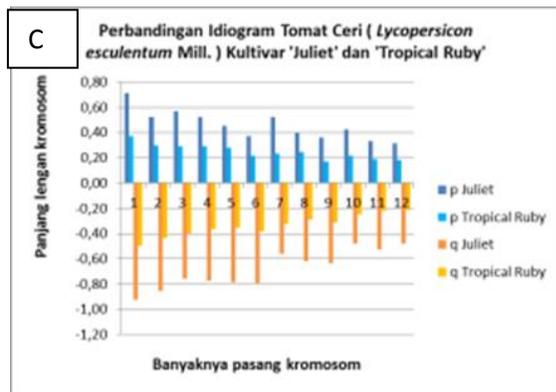
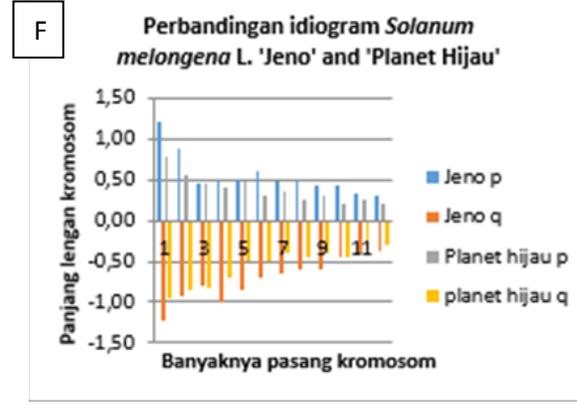
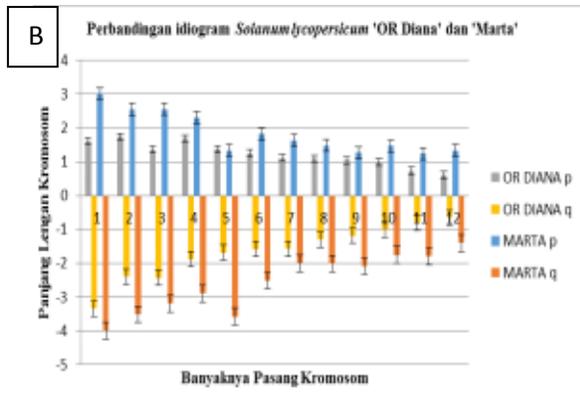
Gambar 2. Karyotype kromosom delapan spesies anggota Solanaceae

Keterangan: Cabai Keriting (*Capsicum annum* L. Tm 999) (A); Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L. Kencana) (B); Tomat (*Solanum lycopersicum* Or Diana) (C) dan Marta (D)); Tomat Ceri (*Lycopersicon esculentum* Mill. Juliet) (E) dan Tropical Ruby

(F)); Terong Ungu (*Solanum melongena* L. Or Valerie) (G) dan Mustang (H)); Terong Putih (*Solanum melongena* L. Kania) (I) dan Pulus (J)); Terong Gelatik (*Solanum melongena* L. Jeno) (K) dan Planet Hijau (L)); dan Paprika (*Capsicum annum* var. *Grossum* L. Red Star) (M) dan dan Purple Star (N)).

Perbedaan pada ukuran kromosom dan susunan kromosom akan berpengaruh pada letak gen, pada aras molekuler, perbedaan pada tingkat kromosom dapat berpengaruh besar pada fenotip yang diekspresikan. Meskipun kedua kultivar tergolong spesies sama, namun memiliki fenotip yang berbeda karena terdapat perbedaan pada level kromosomnya. Perbedaan karakter fenotip pada tumbuhan selain dipengaruhi faktor lingkungan juga dipengaruhi perbedaan susunan gen pada kromosom yang dapat mengekspresikan karakter fenotip yang berbeda.





Gambar 3. Hasil perbandingan idiogram delapan spesies anggota Solanaceae

Keterangan: Cabai Keriting (*Capsicum annum* L. Tm 999) dan Cabai Rawit (*Capsicum frutescens* L. Kencana) (A); Tomat (*Solanum lycopersicum* Or Diana dan Marta (B)); Tomat Ceri (*Lycopersicon esculentum* Mill. Juliet dan Tropical Ruby (C)); Terong Ungu (*Solanum melongena* L. Or Valerie dan Mustang (D)); Terong Putih (*Solanum melongena* L. Kania dan Pulus (E)); Terong Gelatik (*Solanum melongena* L. Jeno dan Planet Hijau (F)); dan

paprika (*Capsicum annum* var. *Grossum* L. Red Star dan dan Purple Star (G)).

Berdasarkan Gambar 3 hasil perbandingan idiogram delapan spesies anggota familia Solanaceae menunjukkan bahwa pada *Capsicum annum* L. kultivar Tm 999 memiliki ukuran kromosom yang lebih pendek baik pada lengan pendek ataupun lengan panjang kromosomnya secara umum dibandingkan dengan *Capsicum frutescens* L. kultivar Kencana. Pada sayur anggota *Solanum lycopersicum*, kultivar Marta memiliki ukuran kromosom yang lebih panjang baik pada lengan pendek ataupun lengan panjang kromosomnya secara umum dibandingkan dengan kultivar Or Diana. Pada *Lycopersicon esculentum* Mill. kultivar Juliet juga secara umum memiliki ukuran panjang kromosom yang lebih panjang dibandingkan dengan ukuran kromosom pada kultivar Tropical Ruby. Pada terong ungu (*Solanum melongena* L.) secara keseluruhan kultivar Mustang memiliki ukuran kromosom baik lengan panjang maupun lengan pendek yang lebih panjang daripada kultivar Or Valerie. Pada terong putih (*Solanum melongena* L.) secara umum kultivar Kania memiliki panjang lengan pendek kromosom yang tidak jauh berbeda dengan kultivar Pulus, namun pada lengan panjang kromosomnya, kultivar Kania memiliki ukuran yang lebih panjang dibanding kultivar Pulus. Pada terong gelatik

(*Solanum melongena* L.), kultivar Jenjo cenderung memiliki ukuran kromosom yang lebih panjang baik pada lengan pendek maupun lengan panjangnya dibandingkan dengan kultivar Planet Hijau. Secara keseluruhan, paprika (*Capsicum annum* var. *Grossum* L.) kultivar Purple Star memiliki panjang lengan kromosom yang lebih panjang dari pada kultivar Red Star, baik panjang lengan panjangnya maupun lengan pendeknya. Perbedaan ini mengakibatkan terjadinya perbedaan karakter fenotip karena susunan gen yang berbeda pada kromosomnya.

Jumlah kromosom yang paling umum dijumpai untuk genus *Capsicum* adalah $n=12$ atau $2n=24$ (Cheema and Pant, 2013). Hasil yang didapatkan oleh Cheema dan Pant (2013) juga menunjukkan bahwa 7 varietas dari *Capsicum annum* L. yang diteliti memiliki jumlah kromosom $2n=24$. Pada penelitian terdahulu diketahui bahwa genus ini memiliki kromosom dengan sentromer median, sub-median, dan sub-telosentrik. Bahkan kromosom satelit dari spesies yang sama pun bervariasi. Hasil studi ini menunjukkan bahwa tidak ada *karyotype* yang spesifik untuk spesies yang ada. Selain itu ditemukan juga bahwa kromosom yang ada panjangnya tidak sama yang menunjukkan ketidakseragaman dan juga keberagaman dalam waktu bersamaan (Cheema and Pant, 2013).

Penelitian Kojima (1925) merupakan penelitian awal sitogenetika terong ungu yang didapatkan hasil jumlah kromosom terong ungu sebanyak $n=12$. Kemudian penelitian lanjutan dilakukan oleh Hanson *et al.*, (2006) mengenai sitogenetika morfologi kromosom terong berbagai varietas. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Hanson *et al.*, (2006) secara keseluruhan tanaman terong memiliki jumlah kromosom sebesar $2n=24$, akan tetapi diperoleh hasil yang berbeda dari segi morfologi kromosomnya. *S. melongena* var purple long memiliki jumlah kromosom sebanyak 12 m dan 12 sm. *S. melongena* var white bunchy memiliki jumlah kromosom sebanyak 14 m dan 10 sm. *S. melongena* var white round memiliki jumlah kromosom sebanyak 16 m and 8 sm. Serta *S. melongena* var green oval memiliki jumlah kromosom sebanyak 8 m dan 16 sm (Hanson *et al.*, 2006).

Perbedaan *karyotype* pada spesies yang sama tetapi varietas berbeda sangat mungkin terjadi karena meskipun kromosom merupakan pembawa sifat yang diturunkan dari induk tetapi perubahan tetap dapat terjadi. Perubahan susunan *karyotype* kromosom dapat terjadi karena adanya perubahan struktural pada kromosom yang terjadi karena adanya fragmentasi (pematahan), defisiensi (pengurangan), duplikasi (penggandaan), inversi (pembalikan) dan translokasi (pemindahan).

Penyimpangan pada kromosom dapat terjadi dalam kondisi tertentu sehingga morfologinya berubah. Tetapi, pada dasarnya *karyotype* kromosom suatu individu adalah konstan (Setyawan dan Sutikno, 2000). Perbedaan yang ditemukan pada ukuran kromosom dapat terjadi karena derajat kondensasi dari kromatin atau akumulasi dari heterokromatin yang berbeda sedangkan perbedaan pada bentuk kromosom dapat terjadi karena adanya translokasi sehingga letak satelit untuk tiap kromosom berbeda-beda (Datta, 1968; Moscone, 1990)

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, tanaman anggota Familia *Solanaceae* yang telah digunakan sebagai bibit untuk budidaya pertanian hasil dari pemuliaan yang digunakan dalam penelitian memiliki jumlah set kromosom yang sama dengan ancestornya. Kromosom dari Familia *Solanaceae* yang telah diteliti menunjukkan bahwa terdapat variasi dari spesies yang ditemukan secara liar di alam dengan spesies yang telah dibudidayakan, menurut simetrinya, kromosom pada spesies liar menunjukkan hasil *karyotype* yang simetris sedangkan pada spesies hasil budidaya menunjukkan hasil *karyotype* yang asimetris (Limaye and Patil, 1989). Menurut Stebbins (1950), *karyotype* asimetris lebih maju dibandingkan dengan *karyotype* simetris karena terjadinya evolusi dari yang semula

simetris menjadi asimetris melalui perubahan struktur kromosom.

Variasi yang ada antara masing-masing kultivar tanaman anggota Solanaceae juga dapat terjadi karena proses domestifikasi dan proses budidaya. Proses domestifikasi dapat berakibat pada munculnya variasi pada susunan gen dari suatu spesies untuk menunjang kehidupannya pada lingkungan yang berbeda dengan lingkungannya di alam. Hal ini juga yang menyebabkan adanya perbedaan antara fenotip dan genotip antara tumbuhan *wild type* dengan tumbuhan hasil domestifikasi.

KESIMPULAN

Rentang waktu mitosis, jumlah kromosom, dan bentuk kromosom pada delapan spesies anggota familia Solanaceae berbeda dan mempunyai keunikannya masing-masing. Pada spesies cabai keriting dan cabai (*Capsicum annum* L. Tm 999 dan *Capsicum frutescens* L. Kencana) mempunyai rentang waktu mitosis pukul 07.00 -10.00 WIB dengan bentuk dan ukuran berturut-turut yaitu $2n=24=20m+4sm$ dan panjang absolutnya 2,41 s/d 9,99 μm serta $2n=24=16m+8sm$ dan panjang absolutnya 3,12 s/d 10,49 μm . Pada spesies tomat (*Solanum lycopersicum* Or Diana dan Marta) mempunyai rentang waktu mitosis pukul 07.30-09.00 WIB dengan bentuk dan ukuran berturut-turut yaitu $2n=24=20m+4sm$ dan

panjang absolutnya 1,23 s/d 2,18 μm serta $2n=24=22m+2sm$ dan panjang absolutnya 2,65 s/d 7,28 μm . Pada spesies tomat ceri (*Lycopersicon esculentum* Mill. Juliet dan Tropical Ruby), memiliki rentang waktu mitosis pukul 08.00-09.00 WIB dengan bentuk dan ukuran berturut-turut yaitu $2n=24=18m+6sm$ dan panjang absolutnya 0,77 s/d 1,81 μm serta $20m+4sm$ dan panjang absolutnya 0,39 s/d 0,94 μm . Pada terong ungu (*Solanum melongena* L. Or Valerie dan Mustang), memiliki rentang waktu mitosis pukul 08.00-09.00 WIB dengan bentuk dan ukuran berturut-turut yaitu $2n=24=24m$ dan panjang absolutnya 0,29 s/d 0,87 μm serta $2n=24=22m+2sm$ dan panjang absolutnya 0,5 s/d 1,28 μm . Pada terong gelatik (*Solanum melongena* L. Jenjo dan Planet Hijau) memiliki rentang waktu mitosis pukul 08.00-09.00 WIB, memiliki rentang waktu mitosis pukul 08.00-09.00 WIB dengan bentuk dan ukuran berturut-turut yaitu $2n=24=18m+6sm$ dan panjang absolutnya 0,65 s/d 2,423 μm serta $2n=24=14m+10sm$ dan panjang absolutnya 0,46 s/d 1,73 μm . Pada spesies terong putih (*Solanum melongena* L. Kania dan Pulus) mempunyai rentang waktu mitosis pukul 07.00-08.00 WIB dengan bentuk dan ukuran berturut-turut yaitu $2n=24=20m+4sm$ dan panjang absolutnya 0,64 s/d 3,43 μm serta $2n=24=16m+8sm$ dan panjang absolutnya 0,84 s/d 2,51 μm . Pada spesies paprika (*Capsicum annum* var. *Grossum* L. Red Star

dan Purple Star) mempunyai rentang waktu mitosis yang berlangsung mulai pukul 09.00-10.00 WIB, dengan bentuk dan ukuran berturut-turut yaitu $2n=24=22m+2sm$ dan 3.19 s/d 8.49 μm serta $2n=24=24m$ dan 5.5 s/d 11.92 μm .

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik. 2016. Survei Pertanian. *Statistik Tanaman Sayuran dan Buah-Buahan di Indonesia*. Badan Pusat Statistik, Jakarta.

Cheema, S.K, and Pant, M.R. 2013. Karyotype analysis of seven cultivated varieties of *Capsicum annum* L. *International Journal of Cytology, Cytosystematics and Cytogenetics*. 66 (1):70-75.

Datta, P.C. 1968. Karyology of Indian varieties of *Capsicum annum* Linn. (Solanaceae). *Caryologia*. 21: 121-126.

Direktorat Jenderal Hortikultura. 2015. *Statistik Produksi Hortikultura*. Kementerian Pertanian, Jakarta.

Hanson, P.M., Yang, R., Tsou, S.C., Ladesma, D., Engle, L., Lee, T. 2006. Diversity in Eggplant (*Solanum melangena* L.) for Superoxide Scavenging Activity, Total Phenolics and Ascorbic Acid. *Journal of Food Composition and Analysis*. Elsevier Publisher. 19:594-600

Kojima, H. 1925. On the meiosis and chromosome number in different races of *Solanum melongena* L. *Bot. Mag.* 39: 119-124.

Limaye, V.A. and Patil, V.P. 1989. Karyomorphological Studies in the Genus *Capsicum* Linn. *Cytologia*. 54:455-463.

Moscone, E.A. 1990. Chromosome studies on *Capsicum* (Solanaceae) I. Karyotype analysis in *S. chacoense*. *Britonia*. 42: 147-154.

Nathewet, P. T. Yanagi. K.E. Hummer. Y. Iwatsubo & K. Sone. 2009. Karyotype Analysis in Wild Diploid, Tetraploid and Hexaploid Strawberries, *Fragaria* (Rosaceae). *Cytologia*. 74(3): 355-364.

Setyawan, A.D. dan Sutikno. 2000. Karyotipe Kromosom pada *Allium sativum* L. (Bawang Putih) dan *Pisum sativum* L. (Kacang Kapri). *Biosmart*. 1(1): 20-27.

Stebbins, G.L. 1950. *Variation and Evolution in Plants*. Columbia University Press. New York, pp. 442-472.