

Pemuliaan Tanaman dengan Kromosom Sebagai Penanda Genetik Pada Tanaman

Mariyah Ulfa, Sistika Arlina, Resti Fevria

*Departemen Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Padang
Jl. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar Barat, Kecamatan Padang Utara, Sumatera Barat*

Email: restifevria@fmipa.unp.ac.id

ABSTRAK

Pemuliaan tanaman merupakan suatu kegiatan yang dilakukan untuk memperbaiki karakter tanaman yang diwariskan pada suatu populasi baru dengan sifat genetic baru. Kromosom adalah struktur nukleoprotein yang membawa informasi genetik. Struktur ini terletak di dalam inti sel dan berkumpul membentuk genom. Salah satu karakterisasi pada tingkat seluler yang dapat digunakan untuk mengetahui sifat genetik dalam identifikasi pada tumbuhan adalah jumlah kromosom. Jumlah kromosom pada tumbuhan dapat berbeda dari satu spesies ke spesies yang lain. Kromosom sebagai penanda genetika atau sebagai marka genetika pada tumbuhan dapat dianalisis dengan menggunakan metode pewarnaan serta penyusunan karyotipenya. Metode pewarnaan kromosom tumbuhan biasanya menggunakan metode pewarnaan Fukui atau menggunakan metode pewarnaan Darnaedi.

Kata kunci: Pemuliaan Tanaman, Genetik, Kromosom

PENDAHULUAN

Studi kromosom telah dimulai sejak era 1600, sesaat setelah mikroskop ditemukan. Penemuan mikroskop memberikan kontribusi yang besar terhadap kemajuan ilmu kromosom. Struktur kromosom pertama kali diamati oleh Karl Wilhelm von Nägeli pada tahun 1842, sebagai objek yang muncul pada saat pembelahan sel. Tahun 1844, perilaku kromosom pada saat pembelahan sel berhasil dideskripsikan oleh Nägeli dan dinyatakan sebagai deskripsi pertama tentang mitosis. Walther Flemming, 38 tahun kemudian (1882), menciptakan istilah kromatin pada saat pembuatan sketsa proses mitosis pada laporannya. Pada tahun 1888, seorang ahli anatomi, patologi dan embriologi, Heinrich Wilhelm Gottfried von Waldeyer-Hartz, dikenal dengan Wilhelm Waldeyer berkebangsaan Jerman memberikan istilah kromosom (*Chromosomen*) sebagai benda berwarna (*stainable bodies*) berdasarkan konsep morfologi anatomi dan susunan benang kromatin yang dijelaskan oleh Flemming. Benda berwarna ini mampu menyerap zat warna dengan baik sehingga terlihat kontras dengan bagian sel lain. Penemuan struktur molekul DNA oleh Watson dan Crick (1953), kemajuan teknik pencitraan kromosom oleh Barbara (1938) dan prosedur sekuensing DNA oleh Sanger dan Coulson (1975), telah memberikan kontribusi yang signifikan dan penemuan-penemuan baru

dalam bidang sitogenetika, meliputi ilmu tentang struktur, fungsi, perilaku dan efek kromosom, baik pada tingkat konvensional sampai tingkat pemetaan molekuler modern (Figueroa & Bass, 2010; Fukui & Nakayama, 2000; Gill, Hans, & Jackson, 2008; Paweletz, 2001; Scheuerlein, Henschke, & Köckerling, 2017).

Kromosom adalah benang-benang yang terdapat pada inti sel yang berfungsi membawa DNA yang bersifat bawaan dan berisi tentang sebagian besar informasi untuk aktivitas regulasi sel. Kromosom akan tampak jelas pada sel yang aktif membelah (Zamariola et al. 2014). Jumlah kromosom di dalam inti sel dari berbagai organisme berbeda-beda (Chung et al. 2012, Draghia et al. 2013, Kuo 2013).

Kromosom adalah struktur nukleoprotein yang membawa informasi genetik. Struktur ini terletak di dalam inti sel dan berkumpul membentuk genom. Pada organisme terdapat dua macam kromosom, yaitu kromosom seks (gonosom) yang menentukan jenis kelamin dan kromosom tubuh (autosom) yang tidak menentukan jenis kelamin. Kromosom memiliki dua fungsi utama, yakni untuk memastikan DNA terpisah dalam porsinya yang sama pada setiap pembelahan sel dan untuk menjaga integritas dan ketepatan replikasi genom pada setiap siklus sel. Elemen yang bertanggung jawab terhadap proses ini adalah sentromer, telomer, dan unit replikasi.

Berdasarkan konstruksi primernya, dikenal kromosom berbentuk metasentrik, submetasentrik, akrosentrik dan telosentrik. Berdasarkan ukurannya dikenal ukuran absolut dan ukuran relatif. Sedang berdasarkan jumlahnya dikenal kromosom aneuploid dan poliploid (Darnaedi, 1991; Suryo, 1995).

Jumlah kromosom pada tumbuhan dapat berbeda dari satu spesies ke spesies yang lain. Hal ini sesuai dengan pendapat Riley (1984), bahwa pengamatan kromosom dapat digunakan untuk mempelajari klasifikasi dan penggolongan spesies yang dilihat dari jumlah dan bentuknya. Perbedaan jumlah kromosom ini tidak mutlak terjadi, karena ada beberapa spesies tumbuhan yang memiliki jumlah kromosom yang sama.

Sifat fenotip diatur secara genetik (Suryo, 1995) sehingga program pemuliaan tanaman perlu ditunjang melalui informasi sifat genetika (Chikmawati dkk., 1998). Upaya perakitan bibit unggul dapat dilakukan melalui kegiatan pemuliaan. Faktor penentu keberhasilan program perakitan bibit unggul, salah satunya adalah tersedianya keragaman genetik. Teknik yang biasanya digunakan untuk menghasilkan keragaman genetik adalah poliploidisasi (Foschi et al. 2013), dan mutasi (Mao et al. 2005). Beberapa metode dapat digunakan untuk menganalisis keragaman genetik yang dihasilkan, salah satunya dengan analisis berdasarkan susunan kromosom (Bedini et al. 2012). Kromosom sebagai penanda genetika atau sebagai marka genetika pada tumbuhan dapat dianalisis dengan menggunakan metode pewarnaan serta penyusunan karyotipenya.

Indonesia, sebagai negara yang bergantung pada pertanian dan memiliki banyak sumber daya alam, memiliki peluang untuk bersaing di pasar global pertanian. Namun,

untuk memanfaatkan peluang tersebut secara maksimal, perhatian harus diberikan pada faktor-faktor penting seperti bibit yang berkualitas tinggi. Kualitas produksi senjata dapat ditingkatkan dengan menggunakan bibit yang unggul, namun hal ini membutuhkan pemuliaan tanaman agar dapat menghasilkan bibit yang berkualitas. Pemuliaan tanaman merupakan kegiatan untuk mengubah susunan genetic tanaman secara tetap (baka) sehingga memiliki sifat atau penampilan sesuai dengan tujuan yang diinginkan pelakunya/pemulianya. Seperti dikemukakan Widodo (2003) bahwa pemuliaan tanaman dapat diartikan sebagai ilmu dan seni yang mempelajari adanya pertukaran dan perbaikan karakter tanaman yang diwariskan pada suatu populasi baru dengan sifat genetic yang baru. Pemuliaan tanaman umumnya mencakup tindakan penangkaran, persilangan, dan seleksi. Dasar pengetahuan mengenai perilaku biologi tanaman dan pengalaman dalam budidaya diperlukan dalam kegiatan ini.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini adalah penelitian deskriptif yang dilakukan dengan metode review literature atau penelusuran tinjauan pustaka. Analisis terhadap beberapa artikel maupun jurnal sains dilakukan dengan mereview beberapa sumber berupa artikel, skripsi atau jurnal ilmiah terkait faktor genetik pada tumbuhan salah satunya kromosom untuk pemuliaan tanaman. Dengan berbagai sumber dari internet seperti Google, Google Scholar, Artikel Cendekiawan, Science Direct, Pdf Drive dapat memudahkan untuk mencari informasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil studi literatur yang telah dilakukan, Pemuliaan tanaman merupakan suatu kegiatan yang dilakukan untuk memperbaiki karakter tanaman yang diwariskan pada suatu populasi baru dengan sifat genetic baru. Produk pemuliaan tanaman adalah kultivar dengan cirri-ciri khusus sesuai dengan yang diinginkan pemulianya seperti: produksi tinggi, toleran terhadap kondisi-kondisi lingkungan yang mariginal, resisten terhadap hama dan penyakit dan lain-lain. Dalam kerangka usaha pertanian (agribisnis), pemuliaan tanaman merupakan bagian awal dari mata rantai usaha tani dan memastikan tersedianya benih atau bahan tanam yang baik dan bermutu tinggi. Pemuliaan tanaman merupakan ilmu terapan yang multidisipliner, dengan menggunakan beragam ilmu lainnya seperti genetika, sitogenetik, agronomi, botani, fisiologi, patologi, entomologi, genetika molekuler, biokimia, dan statistika (Hancock, 2006 dalam Carsono, 2008).

Pada umumnya proses kegiatan pemuliaan diawali dengan (1) usaha koleksi plasma nutfah sebagai sumber keragaman (2) identifikasi dan karakterisasi (3) induksi keragaman, misalnya melalui persilangan atau dengan transfer gen, yang diikuti dengan (4) proses seleksi (5) pengujian dan evaluasi (6) pelepasan, distribusi dan komersialisasi

varietas. Teknik persilangan yang diikuti dengan proses seleksi merupakan teknik yang paling banyak dilakukan dalam inovasi perakitan kultivar unggul baru, selanjutnya, diikuti oleh kultivar introduksi, teknik induksi mutasi dan mutasi spontan yang juga menghasilkan beberapa kultivar baru (Carsono, 2008).

Salah satu karakterisasi pada tingkat seluler yang dapat digunakan untuk mengetahui sifat genetik dalam identifikasi pada tumbuhan adalah jumlah kromosom. Jumlah kromosom pada tumbuhan dapat berbeda dari satu spesies ke spesies yang lain. Hal ini sesuai dengan pendapat Rilley (1984), bahwa pengamatan kromosom dapat digunakan untuk mempelajari klasifikasi dan penggolongan suatu spesies dengan spesies lain yang dilihat dari jumlah dan bentuknya. Perbedaan jumlah kromosom ini tidak mutlak terjadi, karena ada beberapa spesies tumbuhan yang memiliki jumlah kromosom yang sama. Pentingnya jumlah kromosom sebagai karakter taksonomi disebabkan karena jumlah kromosom merupakan salah satu tanda paling konstan, dimana semua individu dalam satu jenis biasanya mempunyai jumlah kromosom yang sama walaupun ada beberapa pengecualian.

Pada program pemuliaan tanaman, untuk menghitung jumlah kromosom yang ganda atau hasil dari poliploidisasi dapat dianalisis dengan bantuan pewarnaan kromosom. Metode pewarnaan kromosom tumbuhan biasanya menggunakan metode pewarnaan Fukui (1996) atau menggunakan metode pewarnaan Darnaedi (1991).

Pewarnaan kromosom didasarkan pada pola kondensasi pola kromosom pada tahap mitosisnya, seperti daerah heterokromatin, konstiksi, nukleolar, dan lain-lain (Noguchi dan Tanaka 1981) dan aseto-orcein digunakan sebagai pewarnaannya (Sharma dan Sharma 1994). Pewarnaan kromosom menggunakan aseto-orcein sampai saat ini tetap diaplikasikan pada banyak tanaman untuk penentuan level ploidi dan studi kariotipe, karena hasil yang dapat dipercaya, gambar yang tajam dengan kontras yang tinggi, cepat, dan sederhana prosesnya (Taniguchi 1996; Sharma dan Sharma, 1999). Pada teknik ini kromosom tercatat ungu tua gelap, sedangkan sitoplasmanya berwarna pucat transparan (Sharma dan Sharma, 1999).

Keberhasilan aplikasi metode pewarnaan aseto-orcein dalam pewarnaan kromosom dipengaruhi oleh beberapa faktor, di antaranya pemilihan eksplan/donor uji kromosom, praperlakuan, fiksasi, maserasi, pewarnaan, dan proses penyelesaiannya (Taniguchi 1996; Sharma dan Sharma, 1999). Kesesuaian setiap faktor dalam proses pewarnaan dapat menghasilkan gambar kromosom yang jelas dengan kontras yang tinggi.

Pembelahan meiosis biasanya hanya digunakan untuk menghitung jumlah kromosom, sedang pembelahan mitosis dapat digunakan untuk membuat peta kariotipe (Riesenberg dkk., 1987). Studi pembelahan sel mitosis dapat menggunakan ujung akar, ujung batang, primordia daun, petala muda, ovulum muda dan kalus. Namun biasanya

digunakan ujung akar karena mudah tumbuh dan seragam, sedang untuk studi meiosis sering digunakan anthera dan jaringan sporogen (Darnaedi, 1991; Radford dkk., 1974).

Bentuk, ukuran dan jumlah kromosom dalam satu spesies pada dasarnya selalu tetap sehingga dapat dibuatkan peta karyotipe atau kadiogram dan idiogram (Suryo, 1995). Data-data morfometrik kromosom yang meliputi bentuk, ukuran dan jumlah, serta peta karyotipe merupakan salah satu syarat utama pemuliaan. Di samping berguna pula untuk taksonomi dan mengetahui hubungan kekerabatan. Studi sitology sering dilakukan, namun hingga saat ini data-data tersebut masih terbuka luas untuk diteliti (Jacobsen dan Ownberry, 1976; Chinnappa dan Basappa, 1986), karena karyotipe sebagian besar spesies banyak yang belum diketahui (Cai dan Chinnappa, 1987).

Karyotipe dibuat sekurang-kurangnya dari dua foto kromosom prometafase dengan fokus berbeda-beda. Kedua foto tersebut dijiplak (diblat) pada plastik transparansi, lalu digunting dan diatur sesuai dengan bentuknya. Kemudian jumlah kromosom dan panjang kedua lengannya diukur (Ruas dkk., 1995; Davina dan Vernandes, 1989; Robert dan Short, 1979), setelah itu dipasang-pasangkan sesuai homolognya (Ahmad dkk., 1993).

Data morfometri diperoleh dari 10 kromosom prometafase. Sifat yang diamati meliputi; panjang absolut (μm), indeks sentromer relatif (centromeric index = Ci), panjang keseluruhan kromosom haploid (haploid chromosome length = HCL), indeks asimetri relatif (asimetry index = AsI%), perbandingan pasangan kromosom terpanjang dan terpendek (ratio = R), serta perbandingan lengan panjang dan pendek (L/S).

PENUTUP

Kesimpulan yang dapat diambil dari studi literatur diatas:

1. Informasi genetik merupakan hal yang penting dalam menyeleksi hasil persilangan untuk mendapatkan varietas unggul. Salah satu karakterisasi pada tingkat seluler yang dapat digunakan untuk mengetahui sifat genetik dalam identifikasi pada tumbuhan adalah jumlah kromosom. Jumlah kromosom pada tumbuhan dapat berbeda dari satu spesies ke spesies yang lain.
2. Kromosom sebagai penanda genetika atau sebagai marka genetika pada tumbuhan dapat dianalisis dengan menggunakan metode pewarnaan serta penyusunan karyotipenya.
3. Metode pewarnaan kromosom tumbuhan biasanya menggunakan metode pewarnaan Fukui atau menggunakan metode pewarnaan Darnaedi.

REFERENSI

Ahmad, Q.N., E.J. Britten dan D.E. Byth. 1993. A Quantitative Method of Karyotypic Analisis applied to Soy bean (*Glycine max*). *Cytologia* 48: 879-892.

- Bedini G, Garbari F, Peruzzi L. 2012. Does chromosome number count? Mapping karyological knowledge on Italian flora in a phylogenetic framework. *Plant Syst Evol* (2012) 298:739–750. DOI 10. 1007/s00606-011-0585-1.
- Cai, Q. dan C.C. Chinnappa. 1987. Giemsa C-Banded Karyotypes of seven north American Spesies of *Allium*. *American Journal of Botany* 74 (7): 1087-1092.
- Carsono N. 2008. Peran Pemuliaan Tanaman dalam Meningkatkan Produksi Pertanian di Indonesia. Disampaikan dalam Seminar on Agricultural Sciences Mencermati Perjalanan Revitalisasi Pertanian, Perikanan dan Kehutanan dalam Kajian Terbatas Bidang Produksi Tanaman, Pangan. Tokyo. Januari 2008.
- Chikmawati, T., R. Megia, U. Widyastuti dan I.N. Farikhati. 1998. Karyotipe *Musa acumunata* ‘Mas Jambe’ dan *M. Balbisiana* ‘Klutuk Wulung’. *Hayati*. Juni 1998: 54-57.
- Chinnappa, C.C. dan G.P. Basappa. 1986. Citological Studies on some Western Canadian *Allium* Spesies. *American Journal of Botany* 73: 529-534.
- Chung K, Hipp AL, Roalson EH. 2012. Chromosome number evolves independently of genome size in a clade with non localized centromeres (*Carex*: Cy-peraceae). *Evolution* 66(9):2708-2722. doi:10.1111/j.1558.5646.2012.01624.x.
- Darnaedi, D. 1991. *Kromosom dalam Taksonomi*. Herbarium Bogoriense. Puslitbang Biologi – LIPI. Bogor.
- Draghia L, Chelariu EL, Sîrbu C, Brânză M, Sandu Miculschi C. 2013. Analysis of chromosome number in some *Allium* and *Silène* wild species with ornamental use. *Not Bot Horti Agrobo* 41 (1):294-300.
- Figueroa, D. M., & Bass, H. W. (2010). A historical and modern perspective on plant cytogenetics.
- Foschi ML, Martínez LE, Ponce MT, Galmarini CR, Bohanec B. 2013. Effect of colchicine and amiprofos-methyl on the production of in vitro doubled haploid onion plants and correlation assessment between ploidy level and stomatal size. *Rev FCA UNCUYO* 45(2):155-164.
- Fukui, K., & Nakayama, S. (2000). *Plant Chromosomes: Laboratory Methods*. London: CRC Press. *Briefings in Functional Genomics*, 9(2), 95–102. <https://doi.org/https://doi.org/10.1093/bfpg/elp058>
- Gill, N., Hans, C. S., & Jackson, S. (2008). An overview of plant chromosome structure. *Cytogenet Genome Res*, 120, 194–201. <https://doi.org/10.1159/000121067>

- Kuo J. 2013. Chromosome numbers of the Australian Cymodoceaceae. *Plant Syst Evol.* 299:1443–1448.
- Mao G, Chan J, Calder G, Doonan JH, Lloyd CW. 2005. Modulated targeting of GFP-AtMAP65-1 to central spindle microtubules during division. *The Plant Journal* 43:469–478. doi: 10.1111/j. 1365-313X.2005.02464.x.
- Noguchi, J. and R. Tanaka. 1981. C-banding after Aceto-orcein Staining for Plant Chromosomes. *Jpn. J. Genet.* 56:529
- Paweletz, N. (2001). Walther Flemming: pioneer of mitosis research. *Nature Reviews Molecular Cell Biology*, 2(1), 72–75. <https://doi.org/10.1038/35048077>
- Radford, A.E., W.C. Dickinson, J.R. Massey dan C.R. Bell, 1974, *Vascular Plant Systematics*, New York: Harper and Row Publishers.
- Riesenberg, L.H., P.M. Petersen, D.E. Soltis dan C.R. Annable. 1987. *American Journal of Botany* 74 (11): 1614-1624.
- Rilley, H. P. 1984. *Introductoon of Genetic dan Cytogenetic*. Willey and Sons. New York
- Roberts, A.V. dan K.C. Short, 1979, An Experimental Study of Mitosis, *Journal of Biological Education* 13 (3): 195-198.
- Ruas, C.F., P.M. Ruas, N.I. Matzenbacher, G. Ross, C. Bernini dan A. L.L. Vanzela, 1995, Cytogenetic Studies of Some Hypochoeris Spesies (Compositae) from Brazil, *American Journal of Botany* (82) 3: 369-375.
- Scheuerlein, H., Henschke, F., & Köckerling, F. (2017). Wilhelm von Waldeyer-Hartz: A Great Forefather: His Contributions to Anatomy with Particular Attention to “His” Fascia. *Front Surg*, 4, 74. <https://doi.org/10.3389/fsurg.2017.00074>
- Sharma, A.K and A. Sharma. 1999. *Plant Chromosomes: Analysis, Manipulation, and Engineering*. Harwood Academic Publisher. France. 371 p.
- Sharma, A.K. and A. Sharma. 1994. *Chromosome Techniques-A Manual*. Harwood Academic Publisher. Australia. 368 p.
- Suryo, 1995, *Sitogenetika*, Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Taniguchi, K. 1996. *Plant Chromosome at Metabolic Phase*. In: Fukui, K. and S. Nakayama (Eds.) *Plant Chromosomes: Laboratory Methods*. CRC Press, Inc. Boca Raton, FL. pp: 35-50
- Widodo, I. 2003. Penggunaan marka Molekuler pada Seleksi Tanaman. Makalah Pribadi Tidak Diterbitkan. Program pasca sarjana. Bogor. IPB.

Zamariola L, Tiang CL, De_Storme N, Pawlowski W, Geelen D. 2014. Chromo-some segregation in plant meiosis. *Plant Science* 5:1-20.