

REMODELING KROMOSOM DENGAN PEMBERIAN KOLKHISIN DALAM PROSES PLOIDISASI

Agus Suryanto¹

ABSTRAKS

Keragaman genetik suatu tanaman merupakan sesuatu hal yang sangat penting dalam pemuliaan tanaman. Salah satu cara untuk meningkatkan keragaman genetik di antaranya dengan peristiwa ploidisasi kromosom. Perubahan jumlah kromosom dapat terjadi secara alami, melalui regenerasi sel, perlakuan fisik serta perlakuan kimia. Perlakuan kimia dapat mempengaruhi perubahan jumlah kromosom adalah menggunakan bahan kimia kolkhisin. Kolkhisin merupakan alkaloid yang diekstrak dari tanaman *Colchicum autumnale* L yang mempunyai rumus bangun $C_{22}H_{25}O_6N$ (Jensen, 1974). Salah satu jenis tanaman hortikultura dapat ditingkatkan nilai ekonominya apabila di periakukan dengan kolkhisin adalah semangka (*Citrullus vulgaris* Schard), termasuk dalam famili Cucurbitaceae, merupakan tanaman merambat berasal dari Afrika. Kolkhisin adalah alkaloid ($C_{22}H_{25}O_6N$) yang bersifat racun, berasal dari umbi dan biji tanaman *Autum crocus* (*Colchicum autumnale* Linn) famili Liliaceae yang berfungsi mencegah terbentuknya benang-benang plasma dari gelendong inti, sehingga pemisahan kromosom pada anaphase dari mitosis tidak berlangsung dan menyebabkan penggandaan kromosom tanpa pembentukan dinding sel. Dengan perlakuan kolkhisin pada tanaman akan mempengaruhi fenotipe beberapa sifat tanaman termutasi (poliploid) seperti pertumbuhan tanaman, ukuran daun, batang, stomata dan biji lebih besar, warna daun lebih hijau, jumlah stomata dan biji lebih sedikit, bentuk biji beragam, ukuran bunga dan pollen lebih besar.

Kata kunci : Kromosom, Kolkhisin, Ploiploid, Ploidisasi, Penggandaan

Pendahuluan

Salah satu sifat dari materi pemuliaan adalah adanya keragaman genetik tinggi. Perubahan jumlah kromosom dapat terjadi pada tanaman, dan merupakan sumber keragaman genetik, hal tersebut dapat berupa pemindahan, pembalikan, penghapusan, maupun penggandaan kromosom. Perubahan jumlah kromosom dapat diikuti oleh perubahan morfologi dan mempunyai arti penting bagi manusia (Crowder, 1990). Perubahan jumlah kromosom dapat terjadi secara alami, melalui regenerasi sel, perlakuan fisik serta perlakuan kimia (Avery dan

¹ Agus Suryanto adalah Staf Pengajar Fakultas Pertanian Unmer Ponorogo

Johnson,1947). Perlakuan kimia dapat mempengaruhi perubahan jumlah kromosom adalah menggunakan bahan kimia kolkhisin. Kolkhisin merupakan alkaloid yang diekstrak dari tanaman *Colchicum autumnale* L yang mempunyai rumus bangun $C_{22}H_{25}O_6N$ (Jensen, 1974).

Salah satu jenis tanaman hortikultura dapat ditingkatkan nilai ekonominya apabila di periakukan dengan kolkhisin adalah semangka (*Citrulluv vulgaris* Schard). termasuk dalam famili Cucurbitaceae. merupakan tanwnan merambat berasal dari Afrika. Cahaya penuh dan temperatur tinggi berpengaruh baik terhadap pertumbuhan tanaman dan perkembangan buah (Mohr, 1986). Tanaman Semangka (*Citrullus vulgaris* Schard) adalah salah satu komoditi hortikultura yang mempunyai prospek dan prioritas untuk dikembangkan.

Budidaya tanaman semangka di tanah air masih terbatas untuk memenuhi pasar dalam negeri. tetapi tidak tertutup kemungkinan bersaing di pasar Internasional. Meskipun memiliki prospek cerah akan tetapi masalah jaminan kontinuitas. kuantitas dan kualitas hasil masih menjadi kendala. Masuknya benih-benih semangka triploid ke Indonesia memberi daya tarik bagi petani semangka untuk membudidayakannya. Buah semangka tanpa biji telah banyak dipasarkan di pasar tradisional maupun supermarket kota-kota besar di Indonesia . Kenyataan demikian menjadikan permintaan benih dan buah semangka tanpa biji semakin meningkat (Wihardjo, 2002).

Beberapa teknik budidaya telah banyak diterapkan mulai dari penyediaan benih hingga penanganan pasca panen. Salah satu upaya berkaitan dengan penyediaan benih semangka triploid dengan penggunaan senyawa kimia kolkhisin. yang bertujuan untuk membentuk semangka tetraploid. sedangkan benih semangka triploid diperoleh dari keturunan hasil persilangan semangka tetraploid sebagai tetua betina dengan semangka diploid sebagai tetua jantan (Sakaguchi dan Nishimura, 1966). Benih semangka triploid sampai sekarang masih diintroduksi dari Taiwan. Thailand. Jepang. Amerika Serikat dan negaranegara Eropa. Padahal kebutuhan akan benih semangka triploid di Indonesia khususnya pada musim tanam sangat banyak. sebaliknya persediaan benihnya sangat terbatas dan mengakibatkan harga benih menjadi mahal.

Kolkhisin

Kolkhisin adalah alkaloid ($C_{22}H_{25}O_6N$) yang bersifat racun. berasal dari umbi dan biji tanaman Autumn crocus (*Colchicum autumnale* Linn) famili Liliaceae yang berfungsi mencegah terbentuknya benang-benang plasma dari gelendong inti. sehingga pemisahan kromosom pada anaphase dari mitosis tidak berlangsung dan menyebabkan penggandaan kromosom tanpa pembentukan dinding sel. Nama colchicum diambil dari nama Colchis ialah nama seorang raja yang menguasai daerah di tepi Laut Hitam. Tanaman ini berbunga pada musim gugur dengan memperlihatkan bunga bunganya di atas permukaan tanah. Pada musim semi. tanaman ini memiliki struktur lengkap meliputi daun. buah dan biji.

Deskripsi kolkhisin terdiri dari C. H. 0. N dengan rumus kimia ($C_{22}H_{25}O_6N$) (Kalie, 1993). Kolkhisin terdiri atas 3 ring (cincin). Analisa oksidasi menunjukkan 3 ring tersebut tersusun atas A, B, C yang terdiri dari 6 karbon. Danoesastro (1974) menyatakan bahwa dalam kolkhisin terdapat methyl etlier dan golongan asam amino.

Penggandaan Kromosom dengan Kolkhisin

Kolkhisin bersifat racun pada tumbuhan memperlihatkan pengaruhnya pada nukleus yang sedang membelah. Larutan kolkhisin dengan konsentrasi kritis mencegah terbentuknya benang-benang plasma dari gelendong inti sehingga pemisahan kromosom pada anafase dari mitosis tidak berlangsung dan menyebabkan penggandaan kromosom tanpa pembentukan dinding sel. Proses mitosis mengalami modifikasi dan dinamakan C-mitosis. Karena tidak terbentuk spindle. maka kromosom-kromosom tetap tinggal berserakan dalam sitoplasma (pada stadium C-metafase). Pada stadium ini kromosom-kromosom memperlihatkan gambaran yang khas. yaitu seperti tanda silang. Akan tetapi kromosom-kromosom dapat memisahkan diri pada sentromemnya. dan mulailah C-anafase. Selanjutnya terbentuklah dinding nukleus sehingga nukleus "restitusi" (nukleus perbaikan) mengandung jumlah kromosom lipat dua.

Apabila pengaruh dari kolkhisin telah menghambur. sel poliploid yang baru ini dapat membentuk spindle pada kedua kutubnya dan membentuk nukleus anakan poliploid seperti pada telofase dari mitosis biasanya. Akan tetapi jika

konsentrasi larutan kolkhisin yang kritis dibiarkan terus berlanjut. maka pertambahan genom akan mengikuti suatu deret ukur seperti $4n$. $8n$. $16n$ dan seterusnya (Suryo, 1992).

Kolkhisin mempunyai pengaruh dalam menghentikan aktivitas benang-benang pengikat kromosom atau spindle sehingga kromosom yang telah membelah tidak memisahkan diri dalam anafase dari pembelahan sel tanaman. Terhentinya proses pemisahan dalam metafase maka pemberian kolkhisin mengakibatkan jumlah kromosom dalam sel menjadi ganda (Brewbaker, 1983).

Avery dan Johnson (1947) melaporkan bahwa kolkhisin mempunyai arti penting dalam pemuliaan tanaman karena sifatnya yang dapat melipatgandakan jumlah kromosom. Tanaman semangka dengan jumlah kromosom $2n$ (diploid). apabila diperlakukan kolkhisin jumlah kromosomnya dapat menjadi $4n$ (tetraploid). Menurut Danoesastro (1974) pemberian kolkhisin diarahkan pada titik vegetatif seperti benih. kecambah dan ujung tanaman.

Kihara (1951) dan Kondo (1955) dalam Kalie (1993) menyatakan bahwa terdapat perbedaan antara tanaman semangka diploid dengan semangka tetraploid dalam hal pertumbuhan. warna daun dan mulut daun. ukuran bunga. jumlah biji dan bentuk biji serta jumlah kromosomnya. Sumarji (1996) menyatakan bahwa tanaman semangka yang diperlakukan kolkhisin dengan konsentrasi 0.125 % memperlihatkan pertumbuhan lebih besar/vigor. warna daun lebih gelap. ukuran stomata lebih besar. ukuran bunga dan polen lebih besar. pengurangan jumlah biji dan mengalami penggandaan kromosom dibandingkan dengan diploidnya. Dari percobaan Kalie 1993. terhadap tiga varietas semangka yaitu 337-Yamato Cream. 338-Shin Yamato no. 2 dan 339-Shin Yamato no. 3 diperoleh kesimpulan bahwa dosis efektif untuk menghasilkan semangka tetraploid ketiga varietas tersebut adalah 0.2 %.

Tehnik Pemberian Kolkhisin Pada Tanaman

Sel-sel tumbuhan umumnya tahan terhadap konsentrasi larutan kolkhisin yang relatif kuat. Larutan kolkhisin cepat mengadakan difusi ke dalam jaringan tanaman dan kemudian disebarluaskan ke berbagai bagian tubuh tanaman melalui jaringan pengangkut. Berbagai percobaan menunjukkan bahwa penggunaan

konsentrasi larutan kolkhisin yang agak kuat diberikan dalam waktu singkat memberikan hasil lebih baik daripada kebalikannya. Oleh karena itu konsentrasi 0.2% sering dipakai. Namun demikian perlu dicari konsentrasi optimum yang dapat menghasilkan persentase paling tinggi dari sel-sel yang mengalami perubahan menjadi poliploid.

Bagian tanaman yang dapat diberi perlakuan dengan kolkhisin meliputi:

1. Benih yaitu dengan merendamnya dalam larutan kolkhisin. Konsentrasi larutan dan lamanya waktu perendaman tergantung dari macamnya benih. Makin tebal/keras kulit benih, makin kuat konsentrasi kolkhisin yang dibutuhkan, dan memerlukan waktu perendaman lebih lama.
2. Primordia (mata kuncup) tunas atau bunga biasanya diperlakukan dengan cara membubuhkan larutan kolkhisin dalam bentuk tetesan berulang kali, karena harus dijaga jangan sampai kering. Akan lebih efektif bila digunakan campuran kolkhisin dengan lanolin yang disikatkan pada primordia karena lanolin tidak mudah menjadi kering.
3. Benih yang telah berkecambah direndam dalam larutan kolkhisin. Cara ini lebih efektif karena setelah selesai diadakan perlakuan, pertumbuhan kecambah dapat diikuti, waktu perendaman yang terlalu lama akan menyebabkan matinya kecambah, dan sebaliknya waktu perendaman yang terlalu singkat tidak akan menghasilkan tanaman poliploid. Kecambah dari tanaman monokotil sulit diberi perlakuan dengan kolkhisin karena titik tumbuhnya terlindung di bawah koleoptil.
4. Akar, dengan merendam seluruh akar telah dicoba pada berbagai macam spesies tanaman dengan pengaruh yang efektif, terutama pada rumput-rumputan (Gramineae).
5. Batang/cabang tanaman yang berkayu, harus memperhatikan waktu yang baik, yaitu menunggu sampai dormansi dari batang/cabang itu dilampaui sehingga sel-selnya dalam keadaan puncak mengadakan pembelahan sel. (Suryo, 1995).

Yamane dan Kurihara (1990) menjelaskan bahwa penggunaan tetra betina tetraploid pada persilangan anggur adalah suatu cara yang paling efektif untuk

menghasilkan kromosom yang lebih besar pada kultivar Berry. Metode perlakuan kolkhisin yang dicoba sebagai usaha untuk membentuk tetraploid melalui :

1. Perlakuan yang dilakukan pada anakan. cukup dengan mencampurkan larutan kolkhisin dengan konsentrasi 0.25%. glycerine 5% dan 20 ppm airrol-op (untuk merendam). kemudian perlakuan ini dilakukan selama 3 sampai 5 hari. untuk memperoleh tiga sampai empat tetraploid pada kultivar Neo muscat dan Thompson masing-masing tanpa biji.
2. Perlakuan pada fase perkecambahan bahan tanam dengan larutan kolkhisin konsentrasi 0.2% yang dilakukan setiap hari selama 2-3 kali menghasilkan 1-2 tetraploid pada tanaman Neo muscat, Bailey muscat dan Alexandrie.

Demikian pula Meyer (1943) dalam Avery dan Johnson (1947) menyatakan bahwa pengaruh kolkhisin. kromosom-kromosom akan membelah dan tetap tinggal dalam satu inti sel. karena kolkhisin menghalangi terbentuknya dinding inti dan dinding sel. sehingga jumlah kromosom dalam satu sel tersebut menjadi berlipat dua dan terbentuklah sel tetra betina yang tetraploid. Berdasarkan keberadaan bijinya ada dua.jenis semangka yaitu semangka berbiji (diploid = 2 n) dan semangka tidak berbiji (triploid = 3 n). Semangka diploid yang diperlakukan dengan cochicine dapat berubah menjadi semangka tetraploid (Kalie, 1993).

Dengan perlakuan cochicine pada tanaman semangka akan mempengaruhi fenotipe beberapa sifat tanaman semangka termutasi (poliploid) seperti pertumbuhan tanaman. ukuran daun. batang. stomata dan biji lebih besar. warna daun lebih hijau. jumlah stomata dan biji lebih sedikit. bentuk biji beragam. ukuran bunga dan pollen lebih besar. Allard (1960) menyatakan bahwa pada umumnya penggandaan kromosom mengakibatkan ketidak seimbangan genotipe sehingga menyebabkan perbedaan morfologi dengan tanaman tidak mengalami penggandaan kromosom. Akibat yang umum pada tanaman semangka poliploid adalah meningkatnya ukuran organ vegetatif tanaman sehingga morfologinya lebih tegap dan lebih besar dibandingkan dengan diploidnya.

Peranan dan Pengaruh Penggunaan Kolkhisin

Substansi kolkhisin berdifusi cepat melalui jaringan tanaman dan ditranslokasikan melalui sistim pembuluh. Ketika sampai pada sel-sel meristematik akan menghambat proses pembelahan mitosis khususnya pada fase anafase. Sehingga dalam program pemuliaan tanaman, kolkhisin digunakan untuk menghasilkan tanaman tetraploid yaitu tanaman yang memiliki 4 set kromosom (Kalie, 1993).

Kolkhisin digunakan pada tanaman untuk biji yang akan dikecambahkan dengan perendaman. Biji direndam langsung dalam larutan kolkhisin. Cara ini lebih efektif untuk menentukan konsentrasi dan waktu perendaman terhadap ketahanan hidup biji untuk dipindahkan kepersemaian setelah perlakuan. Perendaman yang berlebihan dapat mematikan biji dan perendaman yang relatif singkat kecil sekali untuk terbentuknya polyploid. Perlakuan pada tanaman yang masih muda, dengan mencelupkan bagian titik tumbuh pada kolkhisin atau dengan meneteskan larutan kolkhisin pada tanaman yang akan diperlakukan (Eigsty, 1957).

Dengan bertambahnya jumlah kromosom dapat mengakibatkan meningkatnya ukuran sel dan produksi. Namun dapat terjadi penurunan fertilitas. Kepekaan terhadap kolkhisin dapat berbeda antara species tanaman. Konsentrasi maupun waktu perlakuan untuk bagian tanaman yang berbeda akan lain pula konsentrasi dan waktunya. Untuk biji yang cepat berkecambah, biji direndam dalam larutan antara 0.001 - 1.5% sedang untuk biji lambat berkecambah perlakuan ditunda sampai akar muncul dengan dosis yang digunakan antara 0.5-1.0% (Soetopo, Chanan dan Triwanto, 1992).

Tetraploid pada tumbuhan lebih besar nilai ekonominya daripada 2n, daun lebih besar dan berwarna lebih gelap (banyak klorofil), sehingga buah dan biji bertambah besar. Semangka tidak berbiji merupakan keturunan hibrida triploid yang dihasilkan dari persilangan antara tetua betina semangka tetraploid dengan tetua jantan semangka diploid.

Tetraploid menurut Yatim (1991), memiliki sel dan inti yang lebih besar, dapat hidup di daerah yang lebih luas habitatnya. Polyploid beresiko kurang

subur. ada kompensasi pada pembiakan vegetatif Perlakuan kolkhisin menurut Allard (1989). diharapkan akan memajukan pertanian. kat-ena banyak dari species tanaman pertanian yang penting adalah polyploid yang mempunyai sel-sel lebih banyak dan ukuran sel yang lebih besar serta panen yang lebih tinggi.

Menurut Kalie (1993). penggunaan kolkhisin terhadap tiga varietas semangka. yaitu 337-Yamato cream. 338-Shin yamato no. 2 dan 339-Shin yamato no 3 dosis yang efektif untuk menghasilkan semangka $4n$ dari tiga varietas tersebut adalah 0.2 %. Beberapa kesimpulan dari percobaan diantaranya adalah :

1. Pertumbuhan awal semaian yang mendapat perlakuan kolkhisin sangat lemah. bahkan beberapa diantaranya tampak mengkerut. daunnya lebih tebal dan lebih bulat daripada tanaman kontrol. dan stomatanya menjadi lebih besar daii lebih lebar tetapi jumlahnya berkurang.
2. Semua bunga tanaman yang mendapat perlakuan kolkhisin menjadi lebih besar daripada tanaman kontrol. kelopak bunga lebih tebal. tepungsari berbentuk tidak teratur dan berukuran besar.
3. Secara umum dengan perlakuan kolkhisin menghasilkan biji yang berbentuk kurang teratur dan lebih tebal dibanding kontrol Kolkhisin dimanfaatkan untuk mengubah tanaman semangka diploid ($2n$) yang merigandung 22 kromosom menjadi tanaman semangka tetraploid ($4n$) menjandung 44 kromosom. Polyploid terjadi secara alamiah maupun buatan yang diawali dari tanaman diploid. yang kemudian terbentuk polyploid.

Populasi di alam muncul akibat adanya pencampuran citokinesis yang menvebalkan pelipatgandaan kromosom. yang terjadi pada :

1. Sel somatis. terbentuknya tetraploid
2. Selama meiosis. tidak menghasilkan gamet.

Proses ini terjadi pada populasi alam. Meskipun pelipatgandaan kromosom tidak menyimpang dari jumlah susunan spindel tunggal dan ganda. secara umum kromosom menyatu dengan membran inti. Kemudian bagian inti yang normal menjaga dan mempertahankan barisan sel polyploid (Burns, 1972). Menurut Yamane dan Kurihara (1990) penggunaan tetua betina tetraploid pada persilangan anggur adalah suatu cara yang paling efektif untuk menghasilkan

kromosom yang lebih besar pada kultivar Berry. Pada umumnya metode perlakuan kolkhisin yang dicoba sebagai usaha untuk membentuk tetraploid meliputi :

1. Perlakuan yang dilakukan pada anakan. eukup dengan mencampurkan larutan kolkhisin dengan konsentrasi 0.25%. glycerine 5% dan 20 ppm airrol-op (untuk merendam). kemudian perlakuan ini dilakukan selama 3 sampai 5 hari. Untuk memperoleh tiga sampai empat tetraploid pada kultivar anggur Neo muscat dan Tbompson masing-masing tanpa biji.
2. Perlakuan pada fase perkecambahan bahan tanam dengan larutan kolkhisin konsentrasi 0.2% yang dilakukan setiap hari selama 2-3 kali menghasilkan 1-2 tetraploid pada tanaman Neo muscat, Bailey muscat. dan Alexandrie.

Terjadinya Poliploid Pada Tumbuhan

Kemungkinan terjadinya poliploid pada tumbuhan ialah

1. Poliploid terjadi dalam alam. Dua proses dasar yang tak teratur dapat ditemukan sehingga poliploid dapat terjadi dari tanaman diploid. ialah
 - a. Kelipatan somatis. Sel-sel kadang-kadang mengalami pemisahan yang tak teratur selama mitosis sehingga menghasilkan sel-sel meristematis. yang menyebabkan kelipatan jumlah kromosomnya tetap berada dalam generasi baru dari tanaman itu.
 - b. Sel-sel reproduktif dapat mengalami reduksi yang tak teratur atau mengalami pembelahan sel yang tak teratur sehingga kromosom kromosoni tidak memisah secara sempurna ke kutub-kutub sel diwaktu anafase. Dengan demikian jumlah kromosom dalam gamet menjadi lipat dua.
2. Poliploidi yang sengaja dibuat (secara induksi). Untuk keperluan ini digunakan zat-zat kimia tertentu seperti asenaften. kloralhidrat. sulfanilamide etil-merkuri-klorid. hekslorosikloheksan. dan kolkhisin. Dari semua zat kimia itu. kolkhisin paling banyak digunakan dan efektif karena mudah larut dalam air. Zat-zat kimia lainnya itu hanya dapat larut dalam gliserol (Gottschalk, 1993).

Sifat Umum Tanaman Poliploid

Secara umum sama dengan diploid namun terdapat perbedaan khusus tergantung dari asal genotipnya. Beberapa cirinya adalah

1. Inti dan isi sel lebih besar. Hal ini ditunjukkan ukuran stomata dan butir tepung sari.
2. Daun dan bunga bertambah besar. Pertambahan ukuran ini ada batasnya. sehingga bila terjadi penambahan terus pada jumlah kromosom tidak menyebabkan penambahan. secara berlanjut.
3. Dapat terjadi perubahan senyawa kimia. termasuk peningkatan atau perubahan pada macam atau proporsi karbohidrat. protein. vitamin atau alkaloid.
4. Laju pertumbuhan menjadi lebih lambat dibanding dengan tanaman diploid dan berbunganya juga terlambat.
5. Meiosis sering tidak teratur. sehingga terjadi kromosom tidak berpasangan. Terbentuknya bivalent, trivalent, quadrivalent dan seterusnya.
6. Segregasi genetik berubah sehingga perbandingan segregasi menjadi tetrasomik (pada tetraploid), hexasonik (pada hexaploid) dan seterusnya.
7. Polyploid ganjil (triploid, pentaploid) hampir seluruhnya steril karena pemisahan tidak teratur pada meiosis sehingga memberikan gamet tidak seimbang ($3 \rightarrow 2 + 1$). (Poespodarsono. 1999).
8. Menurunnya fertilitas pada polyploid merupakan hal penting untuk diperhatikan pada pemuliaannya. Penurunan ini dapat terjadi pada daya hidup butir tepung sari dan jumlah biji. Derajat penurunan tergantung dari species. Misalnya. jagung tetraploid menurun sampai 80% nya diploid. pada lettuce mencapai 5 - 15% nya . Lower (1996) telah melakukan percobaan pemberian kolkhisin pada tanaman mentimun dan menguji fertilitas polennya dari hasil pengujian tersebut diketahui bahwa kesuburan pollen tanaman tetraploid lebih rendah dibandingkan dengan diploidnya.

Kesimpulan

Perlakuan kolkhisin termasuk perlakuan mutasi karena merubah kromosom yang berakibat berubahnya sifat tanaman sehingga akan menambah keragaman genetik suatu tanaman. Mutasi buatan dilakukan untuk memperoleh varietas atau sifat yang dikehendaki, yang meliputi tipe pertumbuhan, morfologi, kandungan klorofil dan protein. ketahanan hama penyakit. kemampuan menghasilkan buah dan biji serta umur tanaman. Dengan perlakuan kolkhisin pada tanaman akan mempengaruhi fenotipe beberapa sifat tanaman termutasi (poliploid) seperti pertumbuhan tanaman, ukuran daun, batang, stomata dan biji lebih besar, warna daun lebih hijau, jumlah stomata dan biji lebih sedikit, bentuk biji beragam, ukuran bunga dan pollen lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Allard R. W.. 1960. **Principles of Plant Breeding**. John Wiley and Sons. New York. London. -Sydney.
- _____ 1989. Pemuliaan **Tanaman 2**. Bina Aksara. Jakarta. Hal 554
- Avery. J and E. B. Johnson. 1947. **Hormone and Horticulture**. Mc Graw-HillBook Co. Inc. New York. London.
- Brewbaker. J.L.. 1983. **Genetika Pertanian (Alih Bahasa Imam Santoso)**. Universitas Of Hawaii. 142 hal.
- Burns. G.W.. 1972. **The Science of Genetic an Introduction to Heredity**. Ohio. Weslwyan Univ-ersity Crowder. L.V.. 1988. *Genetika Twnbuhan* (tedcmahan). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta- Hat: 348.
- Crowder. L.V... 1990. **Genetika Tumbuhan (Terjemahan)**. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Danoesastro. H.. 1974. **Zat Pengatur Tumbuh Dalam Pertanian**. Yayasan Pembina FAPERTA UGM Yogyakarta.
- Eigsty. OJ.. and P. Dustir4 1957. **Colchicine In Agricultural Medicine. Biology and Chemistry**. Iowa State Coll. Pres. Ames. Iowa. 386 p.
- Gottschalk. W and G Wotff.1983. **Induced Mutation in Plant Breeding** Spinger. Velag. Berlin
- Jensen. C. J.. 1974. **Chromosome Doubling Techniques In Haptoid**. P. 169- i 92. In : Haploid In Higher Plants. Advances and Potential Proceedings of the First Intemasional Symposium Guleph. Ontario. Cannada.

- Kalie MB.. 1993. **Bertanam Semangka**. Penebar Swadaya. Jakarta. Hat. 60.
- Kihara. H.. 1951. **Triploid Watermelon**. *Proceedings of the American Horticultural Science*. volume 58. Humphrey Press. Inc.
- Kondo. Norio. 1995. **Studies on The Triploid Water Melon**. The Institute for Breeding Research. Tokyo Agricultural University. Tokyo.
- Lower. R.L. 1969. **Observation on sterility of induced Autetraploid Watermelon**. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 94(4): 367 - 369
- Mohr. H. C.. 1986. **Watermelon Breeding**. P. 37-64. In : Mark J. Basset (ed) *Breeding Vegetable Crop* the AVI Publ. Comp. Inc. University of Florida.
- Poespodarsono. S. 1999. **Dasar-dasar Pemuliaan Tanaman**. Lembaga Sumber Swadaya Informasi - IPB. Bogor Hal 41-44.
- Sakaguchi. S and Y. Nishi Mura. 1966. **Breeding Seedless Watermelon by Using Induce Chromosom Translation**. *Japan Agricultural Research Quarterly* 4 (1-4): 18-22.
- Sumarji. 1996. **Pengaruh Konsentrasi Colchicine Terhadap Peningkatan Ploidi pada Tanaman Semangka (*Citrullus vulgaris* Schard) Varietas Green Baby**. Prosiding Simposium Peripi IV UPN Veteran Surabaya
- Suryo. 1992. **Genetika Gajah Mada University Press**. Yogyakarta 344 hal
 _____ 1995. **Sitogenetika**. Gajah Mada University Press. 446 hal.
- Sutopo. L. Triwanto. J. Chanan. M dan Muhidin. 1992. **Diktat Pemuliaan Tanaman**. Jurusan Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah. hal 52-57
- Wiharjo. 2002. **Bertanam Semangka**. Kanisius . Jakarta. Hal 80
- Yamane. H dan Kurihara. A. 1980. 1) **Studies of Polyploid in Grapes**. 2) **Polyploid Introduction By Colchicine Application**. *Bulletin of The fruit Tre. Res. StrL E.* (ISSN 03 85 - 19151) No 3.11-13 (80).
- Yatim. 1991. **Genetika**. Tarsito. Bandung Hal 284.