

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Bawang Merah (*Allium ascalonicum* L)

Adapun salah satu tanda kekuasaan Allah mengenai morfologi tanaman termaktub dalam Al-Quran surat Al-An'am (6) ayat 141 :

﴿ وَهُوَ الَّذِي أَنْشَأَ جَنَّاتٍ مَّعْرُوشَاتٍ وَغَيْرَ مَعْرُوشَاتٍ وَالنَّخْلَ وَالزَّرْعَ مُخْتَلِفًا أَكْلُهُمُ وَالزَّيْتُونَ وَالرُّمَّانَ مُتَشَابِهًا وَغَيْرَ مُتَشَابِهٍ كُلُوا مِنْ ثَمَرِهِ إِذَا أَثْمَرَ وَءَاتُوا حَقَّهُ يَوْمَ حَصَادِهِ وَلَا تُسْرِفُوا إِنَّهُ لَا يُحِبُّ الْمُسْرِفِينَ ﴾

Artinya: “dan Dialah yang menjadikan kebun-kebon yang berjunjung dan yang tidak berjunjung, pohon korma, tanam-tanaman yang bermacam-macam buahnya, zaitun dan delima yang serupa (bentuk dan warnanya) dan tidak sama (rasanya). makanlah dari buahnya (yang bermacam-macam itu) bila Dia berbuah, dan tunaikanlah haknya di hari memetik hasilnya (dengan disedekahkan kepada fakir miskin); dan janganlah kamu berlebih-lebihan. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang yang berlebih-lebihan” (QS Al-An'am (6) : 141).

Lafadz *jannatin ma'rusyatin* menjelaskan bahwa Allah SWT menumbuhkan kebun kebun yang berjunjung (yaitu tanaman yang membentang di tanah, seperti bawang merah (*Allium ascalonicum*), semangka, melon, dan sebagainya) sedangkan lafad *ghoiru ma'rusyatin* bermakna kebun-kebon yang tidak berjunjung (batangnya menjulang ke atas) seperti jagung (*Zea mays*), kacang hijau (*Vigna radiata*) dan lain-lain yakni yang berbeda-beda buah dan bijinya baik bentuk maupun rasanya (Jalaluddin, 2011). Tanaman bawang merah selain sebagai tanaman kebun kebun yang berjunjung (*jannatin ma'rusyatin*) juga merupakan tanaman yang tidak mempunyai batang, yaitu hanya tanaman yang

memiliki tunas berupa daun-daun berbentuk silindris yang langsung menjulang di atas umbi yang membentang diatas tanah.

2.1.1 Klasifikasi Bawang Merah

Dalam ilmu tumbuhan, tanaman bawang merah diklasifikasikan sebagai berikut (Samadi, 1996):

Kingdom	Plantae
Divisi	spermatophyta
Subdivisi	Angiospermae
Kelas	Monocotyledonae
Ordo	liliales
Famili	liliaceae
Genus	Allium
Spesies	<i>Allium ascalonicum</i> L

2.1.2 Botani Tanaman Bawang Merah



Gambar 2.1 Tanaman Bawang Merah

Sumber : http://id.wikipedia.org/wiki/wikipedia_bahasa_Indonesia

Bawang merah termasuk jenis tanaman semusim (berumur pendek) dan berbentuk rumpun. Tinggi tanaman berkisar antara 15-25 cm, berbatang semu, berakar serabut pendek yang berkembang disekitar permukaan tanah, dan perakarannya dangkal, sehingga bawang merah tidak tahan terhadap kekeringan. Daunnya berwarna hijau berbentuk bulat memanjang seperti pipa dan bagian ujungnya runcing. Pada cakram (*discus*) diantara lapis kelopak daun terdapat

tunas lateral atau anakan, sementara ditengah cakram adalah tunas utama (inti tunas) (Samadi, 1996).

Bentuk daun bawang merah bulat kecil dan memanjang seperti pipa, tetapi ada yang membentuk setengah lingkaran pada penampang melintang daun. Bagian ujung daun meruncing, sedang bagian bawahnya melebar dan membengkak. Daun berwarna hijau (Rahayu, 2000).

Kelopak bawang merah sebelah luar selalu melingkar menutup kelopak daun bagian dalam. Apabila bagian ini dipotong melintang akan terlihat lapisan-lapisan berbentuk cincin. Pembengkakan kelopak daun pada bagian dasar lama kelamaan akan terlihat mengembang dan membentuk umbi yang merupakan umbi lapis. Bagian ini berisi cadangan makanan untuk persediaan makanan bagi tunas yang akan menjadi tanaman baru (Rahayu, 2000).

Di lingkungan yang cocok tunas-tunas lateral bawang merah akan membentuk cakram baru, sehingga terbentuk umbi lapis. Sedangkan pada tunas utama (tunas apikal) yang tumbuhnya lebih dulu, kelak menjadi bakal bunga (primordial bunga). Keadaan ini menunjukkan bahwa tanaman bawang merah bersifat merumpun. Setiap umbi yang tumbuh dapat menghasilkan sebanyak 2-20 tunas baru dan akan tumbuh berkembang menjadi anakan yang masing-masing juga menghasilkan umbi (Samadi, 1996).

Bagian pangkal umbi membentuk cakram yang merupakan batang pokok yang tidak sempurna (rudimenter). Dan bagian bawah cakram tumbuh akar-akar serabut. Di bagian atas cakram yakni diantara lapisan daun yang membengkak terdapat mata tunas yang dapat tumbuh menjadi tanaman baru. Tunas ini

dinamakan tunas lateral. Dibagian tengah cakram terdapat tunas utama (inti tunas) yang kelak akan tumbuh bunga (Rahayu, 2000).

Bunga bawang merah adalah bunga sempurna yang terdiri dari 5-6 helai benang sari dan sebuah putik. Daun bunga berwarna hijau bergaris putih. Bakal buah duduk diatas membentuk bangunan segitiga hingga tampak jelas seperti kubah. Bakal buah terbentuk dari tiga daun buah (karpel) yang membentuk 3 buah ruang. Setiap ruang mengandung 2 bakal biji (ovulum). Benang sari tersusun membentuk 2 lingkaran, yakni lingkaran dalam dan luar. Masing-masing lingkaran mengandung 3 helai benang sari. Pada umumnya tepungsari dari benangsari lingkaran dalam lebih cepat dewasa (matang) dibanding yang berada di lingkaran luar. Namun, dalam 2-3 hari biasanya semua tepungsari sudah menjadi matang (Rahayu, 2000).

2.1.3 Kandungan dan Manfaat Tanaman Bawang Merah

فَأَنْبَتْنَا فِيهَا حَبًّا ۖ وَعِنَبًا وَقَضْبًا ۖ وَزَيْتُونًا وَنَخْلًا ۖ وَحَدَائِقَ غُلْبًا ۖ وَفَيْكَةً وَأَبًّا ۖ مَتَّعًا لَكُمْ وَلِأَنْعَمِكُمْ ۗ

Artinya: "lalu Kami tumbuhkan biji-bijian di bumi itu, anggur dan sayur-sayuran, zaitun dan kurma, kebun-kebun (yang) lebat, dan buah-buahan serta rumput-rumputan, untuk kesenanganmu dan untuk binatang-binatang ternakmu."(Q.S. Abasa (80) : 27-32)

Lafadz *habban* artinya biji-bijian (Al Qurtubi, 2009), yakni biji-bijian yang dimakan dan dimanfaatkan oleh manusia. Penyebutan tanaman bawang merah dalam Alqur'an termasuk dalam *habban*, karena perbanyak bawang merah juga seringkali diperbanyak menggunakan biji. Sedangkan lafadz *qadban* bermakna Sayur-sayuran yakni sayuran basah yang bisa dipanen dalam jumlah

banyak dan bisa dimakan manusia maupun hewan ternak (Al-Jazairi, 2009). Tanaman bawang merah merupakan sayuran yang dimanfaatkan manusia sebagai bahan pokok yang dipanen dalam jumlah banyak dan sering dimanfaatkan sebagai bahan masakan maupun sebagai obat. Tanaman ini termasuk dalam famili liliaceae. Menurut Sunarjono (2006), famili liliaceae adalah tanaman berkeping biji tunggal (tidak membelah). Tanaman ini mempunyai akar tunggang, tetapi mempunyai banyak akar serabut yang dangkal. Tulang daunnya sejajar. Aromanya harum spesifik. Tanaman liliaceae ini terkenal dengan nama bawang-bawangan atau bakung-bakungan.

Bawang merah tidak hanya dikenal sebagai bumbu penyedap masakan saja, tetapi juga untuk pengobatan. Baik digunakan bersama obat lain atau dengan bawang merah saja. Beberapa manfaat bawang merah sebagai obat misalnya: *pertama* obat luka digunakan bersama minyak kelapa dan garam dapur yang di aplikasikan dengan mengoleskan ke daerah luka, *kedua* untuk sakit maag dengan cara langsung dimakan mentah, *ketiga* untuk masuk angin dengan cara ditumbuk dan dicampur dengan minyak kelapa dan minyak kayuputih (Wibowo, 1988).

Tabel 2.1 Komposisi Kimia Bawang Merah per 100 g bahan (Rahayu, 2000)

Unsur kimia bawang merah	Kandungan (%)/gram
Air (g)	88,00
Protein (g)	9,20
Lemak (g)	1,50
Karbohidrat (g)	0,30
Vitamin B (mg)	0,03
Vitamin C (mg)	2,00
Kalsium (mg)	36,00
Besi (mg)	0,80
Fosfor (mg)	40,00
Energi (kalori)	39,00
Bahan yang dapat dimakan	90,99

2.1.4 Budidaya Tanaman Bawang Merah

2.1.4.1 Syarat Tumbuh

2.1.4.1.1 Iklim

Bawang merah lebih cocok di tanam pada daerah yang beriklim kering dengan suhu yang agak panas dan cuaca cerah, terutama yang mendapat sinar matahari lebih dari 12 jam. Tanaman bawang merah dapat di tanam di daerah dataran rendah sampai dataran tinggi (0-900 m dpl) dengan curah hujan 300-2500 mm/th. Tetapi pertumbuhan bawang merah yang paling baik di ketinggian 250 m dpl. Bawang merah masih dapat tumbuh dan berumbi pada ketinggian 800-900 m dpl, tetapi umbinya lebih kecil dan warnanya juga kurang mengkilap. Selain itu, umurnya lebih panjang dibanding umur tanaman yang ditanam di dataran rendah karena suhu di dataran tinggi lebih rendah (Rahayu, 2000).

Pada suhu yang rendah, hasil umbi bawang merah kurang baik. Pada suhu 22⁰ C tanaman masih mudah membentuk umbi, tetapi hasilnya tidak sebaik jika di tanam di dataran rendah yang bersuhu panas. Daerah yang sesuai adalah daerah yang suhunya sekitar 25-32⁰ C dan suhu rata-rata tahunannya 30⁰ C (Rahayu, 2000).

2.1.4.1.2 Tanah

Bawang merah dapat tumbuh dengan baik bila tanahnya subur, banyak humus (gembur), tidak tergenang air, dan aerasinya baik. Selain itu, pH tanahnya dijaga antara 5,5-6,5. Jika pH-nya terlalu asam (lebih rendah dari 5,5) garam alumunium (Al) akan larut dalam tanah. Garam alumunium tersebut akan bersifat racun terhadap tanaman bawang hingga tumbuhnya menjadi kerdil. Jika pH-nya lebih

tinggi dari 6,5 (netral -basa), unsur mangan (Nm) tidak dapat dimanfaatkan hingga umbi-umbinya menjadi kecil (Sunarjono, 2006).

2.1.4.2 Prosedur Budidaya Bawang Merah

2.1.4.2.1 Pemilihan Bibit

Bawang merah dapat dikembangkan dengan umbi dan biji. Namun, pengembangan dengan biji tidak pernah dilakukan karena perawatannya sulit. Bibit umbi bawang merah sebaiknya berukuran kecil atau sedang. Untuk lahan seluas 1ha diperlukan 200.000 umbi dengan berat sekitar 1200kg/ha. Bibit yang sehat berasal dari tanaman yang sehat, hal ini dapat dilihat dari umbi yang berwarna cerah dan tidak tampak adanya serangan hama dan penyakit. Bibit yang baik umbinya berwarna cerah, utuh, tidak cacat, padat, berukuran sedang, dan umbi sudah disimpan selama 2-6 bulan (Sunarjono, 2006).

2.1.4.2.2 Pengolahan Lahan dan Penanaman

Sebelum bawang merah ditanam, tanah diolah terlebih dahulu. Tanah tersebut dicangkul sedalam 40 cm, kemudian diberi pupuk kandang atau kompos yang telah jadi sebanyak 10-20 ton/ha. Setelah pupuk diratakan, dibuat bedengan yang lebarnya 60 cm. jika bedengan dibuat terlalu lebar maka tanah akan sulit didangir. Setiap bedengan memuat 3 baris tanaman, tiap baris dibuat lubang dengan jarak antar lubang 20 cm. antar bedengan dibuat parit dengan lebar 20-30 cm (Sunarjono, 2006).

Ujung umbi (bibit) yang akan ditanam dipotong sepertiga atau setengah pada ujungnya. Sesudah pemotongan, bibit tersebut segera ditanam dalam lubang hingga permukaan irisan umbi tertutup tanah tipis. Bibit tersebut akan tumbuh

setelah 1 minggu (Sunarjono, 2006). Adapun ayat yang berkaitan dengan pengolahan lahan adalah QS.Yasin (36) ayat 33 :

وَأَيُّهُمُ الْأَرْضُ الْمَيِّتَةُ أَحْيَيْنَاهَا وَأَخْرَجْنَا مِنْهَا حَبًّا فَمِنْهُ يَأْكُلُونَ ﴿٣٣﴾

Artinya: “dan suatu tanda (kekuasaan Allah yang besar) bagi mereka adalah bumi yang mati. Kami hidupkan bumi itu dan Kami keluarkan dari padanya biji-bijian, Maka daripadanya mereka makan” (QS. Yasin (36) : 33).

Ayat di atas menjelaskan bahwa pengolahan lahan merupakan suatu kegiatan untuk menghidupkan tanah yang mati sebelum akhirnya dapat tumbuh tanaman daripadanya, karena semakin sering lahan itu diolah dan digunakan untuk kegiatan pertanian maka tanah itu akan semakin baik kondisi tanahnya sehingga dapat memberikankondisi menguntungkan bagi pertumbuhan akar.

2.1.4.2.3 Pemeliharaan Tanaman

Pemeliharaan tanaman bawang merah tidak sulit, hanya berupa pendangiran, pemberantasan hama atau penyakit dan pemupukan. Tanah didangir supaya gembur dan rumput atau gulmanya hilang.

Setelah berumur 3 minggu, tanaman diberi pupuk buatan berupa urea dan TSP dengan perbandingan 3:1 sebanyak 4g tiap tanaman. Untuk 1ha diperlukan 600kg urea dan 200kg TSP. penambahan 100kg/ha KCl dapat dilakukan agar umbi yang dihasilkan keras. Pupuk diberikan bersama-sama sewaktu tanah didangir. Tanaman tersebut dilingkari pupuk sejauh 5-10cm dari batangnya (Sunarjono, 2006).

2.1.4.2.4 Pemanenan

Umur panen tanaman bawang merah tergantung pada tempat penanaman dan tingkat kesuburan tanahnya. Bawang merah didataran tinggi dipanen setelah

berumur 75-100 hari, sedangkan didataran rendah dapat dipanen pada umur 60-90 hari (Rahayu, 2000).

Untuk mengetahui tingkat kemasakan umbi bawang merah, dapat juga dilihat dari keadaan fisik tanaman maupun umbinya. Ciri-ciri tanaman yang dapat dipanen atau sudah waktunya dipanen antara lain (Rahayu, 2000):

- a. Daunnya sudah mulai layu
- b. Daun telah menguning sekitar 70-80% dari jumlah tanaman
- c. Pangkal batang mengeras
- d. Sebagian umbi telah muncul diatas tanah
- e. Lapisan-lapisan umbi telah penuh dan berwarna merah

Pemanenan bawang merah sebaiknya dilakukan pada pagi hari saat kondisi cuaca cerah tidak hujan, dan daun tidak berembun. Selain itu, keadaan tanah harus kering agar umbi tidak cepat busuk. Hasil panen dari bawang merah yang pertumbuhannya baik dapat diperoleh sekitar 10-15ton/ hektar (Rahayu, 2000).

2.2 Bawang merah varietas sumenep

Varietas lokal asal sumenep Madura ini mempunyai ciri yang menonjol sehingga mudah dibedakan dari varietas lainnya. Ciri tersebut sebagai berikut: umbinya berwarna kuning pucat sampai merah muda kekuning-kuningan pucat dan bergaris-garis halus. Bentuk umbi bulat panjang, bawang ini banyak diolah menjadi bawang goreng karena hasilnya mempunyai kualitas baik, tahan kering, dan aromanya sangat digemari (Rahayu, 2000).

Varietas sumenep baru bisa dipanen pada umur 70 hari setelah tanam dengan jumlah produksi tergolong tinggi, yakni rata-rata mencapai 12 ton/ha.

Daunnya berwarna hijau dengan bentuk yang lebih besar dibanding varietas lain dan kaku. Dalam satu rumpun terdapat 5-8 anakan. Umbinya tidak tahan bila disimpan lama. Varietas ini lebih peka terhadap penyakit busuk umbi (Rahayu, 2000).

2.3 Pemuliaan Tanaman Bawang merah

Aktivitas pemuliaan tanaman dapat dibagi menjadi tiga tahap yaitu identifikasi atau penciptaan keragaman genetik, seleksi, dan evaluasi serta pelepasan varietas baru. Pada setiap tahapnya, pemulia menghadapi permasalahan spesifik. Namun permasalahan yang paling penting adalah apakah keragaman genetik yang tersedia telah mencukupi untuk perbaikan suatu karakter tanaman (Chahal dan Gosal, 2002).

Perbaikan sifat genetik dan agronomik tanaman dapat dilakukan melalui pemuliaan. Secara konvensional, perbaikan sifat dilakukan dengan persilangan antar spesies, varietas, genera atau kerabat yang memiliki sifat yang diinginkan. Persilangan dapat diterapkan pada tanaman berbunga, berbuah, berbiji, dan berkembang untuk melanjutkan keturunannya. Untuk tanaman yang tidak dapat diperbaiki melalui persilangan, perbaikan sifat diupayakan dengan cara lain, diantaranya mutasi induksi yang disebut pula mutasi buatan (Soedjono, 2003).

Keberhasilan program pemuliaan tanaman sangat tergantung pada ketersediaan keragaman genetik (Novak dan Bruner, 1992). Program pemuliaan yang dirancang berdasarkan keragaman genetik yang luas memberikan hasil yang ideal yaitu hasil yang bertahap melalui seleksi dan dapat mengikuti perubahan lingkungan maupun permintaan pasar. Oleh karena itu pemulia tanaman harus

selalu menambah keragaman genetik yang telah ada baik melalui kegiatan eksplorasi, introduksi, hibridisasi, ataupun mutasi.

2.4 Perbaikan Varietas Bawang merah

Perbaikan varietas bawang merah pada umumnya dilakukan melalui penggabungan sifat-sifat tanaman induk bawang merah yang memiliki keunggulan tertentu. Sifat unggul yang dimiliki bawang merah seperti tahan penyakit, tipe pertumbuhan dengan tinggi tanaman dan jumlah tahan penyakit, tipe pertumbuhan dengan tinggi tanaman dan jumlah anakan sedang, umur tanaman genjah, ukuran umbi yang besar, warna umbi merah tua, serta bentuk umbinya bulat sesuai preferensi konsumen adalah tipe bawang merah yang ideal.

Penggabungan sifat induk tanaman tersebut dilaksanakan melalui kegiatan persilangan dan seleksi tanaman. Beberapa sifat penting harus dimiliki tanaman induk adalah kemampuan berbunga dan kemampuan membentuk biji, sehingga tanaman tersebut dapat disilangkan baik secara alami maupun buatan (Permadi 1995). Sebagai gambaran, Indonesia memiliki varietas bawang merah Sumenep yang tahan terhadap penyakit utama (bercak ungu maupun antraknose). Namun demikian, tanaman tersebut belum berhasil dibungakan baik secara alami maupun buatan (Permadi 1995), seperti melalui vernalisasi, penggunaan zat perangsang tumbuh dengan GA3, bahkan dicoba ditanam di daerah subtropis. Dengan demikian sifat-sifat unggul yang dimiliki bawang Sumenep tersebut belum dapat dimanfaatkan untuk tujuan perbaikan varietas di Indonesia.

Beberapa jenis bawang merah yang populer di Indonesia, selain Sumenep adalah mampu berbunga baik secara alami maupun dengan bantuan, hanya saja

sifat-sifat unggulnya seperti tingkat ketahanan terhadap penyakit utama masih sulit diperoleh. Selanjutnya upaya perbaikan bawang merah selain dapat ditempuh melalui pemuliaan tanaman secara konvensional, yaitu melalui persilangan dengan penggabungan sifat-sifat tanaman yang diharapkan, juga dapat ditempuh dengan cara non-konvensional melalui mutasi, poliploidisasi dan/atau rekayasa genetik. Teknik-teknik pemuliaan tanaman bawang merah baik yang dibiakkan secara vegetatif maupun generatif secara rinci dikemukakan dalam Buku Teknologi Produksi Bawang Merah (Permadi, 1995).

2.5 Poliploidisasi

Poliploidisasi adalah suatu peristiwa penggandaan jumlah kromosom menjadi lebih banyak dibanding sebelumnya. Individu normal di alam pada umumnya memiliki dua set kromosom, biasanya dinamakan diploid ($2n$) (Kadi, 2007). Istilah ploidi merujuk pada jumlah set kromosom yang dinotasikan oleh huruf "x" (Ranney, 2006).

Berdasarkan cara bergandanya, kromosom dibagi menjadi dua yaitu (1) euploidi, yaitu apabila jumlah kromosom yang dihasilkan merupakan kelipatan dari kromosom dasarnya. Jenis-jenis euploidi yang terjadi antara lain monoploid (haploid; $1n$), diploid ($2n=2x$), triploid ($2n=3x$), tetraploid ($2n=4x$), pentaploid ($2n=5x$), heksaploid ($2n=6x$), septaploid ($2n=7x$), oktaploid ($2n=8x$), dan nanoploid ($2n=9x$), (2) aneuploid, yaitu apabila suatu sel atau individu kekurangan atau kelebihan kromosom tertentu bila dibandingkan dengan normal diploidnya. Jenis aneuploid yang terjadi antara lain monosomi ($2n=2x-1$), nullisomi ($2n=2x-2$), trisomi ($2n=2x+1$), tetrasomi ($2n=2x+2$), pentasomi ($2n=2x+3$). Berdasarkan

sumber kromosomnya ada dua tipe poliploid, yaitu (1) allopoliploid, apabila genom-genom yang berbeda berkumpul (misalnya: m_1+m_2), biasanya terjadi melalui hibridisasi, (2) autopoliploid, yaitu apabila genom yang sama mengalami kelipatan (misalnya: n_1+n_1), biasanya terjadi melalui mutasi baik fisik maupun kimia (Suryo, 1995)

. Terdapat tiga petunjuk penting dalam memproduksi dan memanfaatkan tanaman autopoliploid, yaitu (1) tanaman autopoliploid pertumbuhan vegetatifnya lebih besar sedangkan biji yang dihasilkan sedikit, sehingga lebih bermanfaat untuk pemuliaan tanaman yang bagian vegetatifnya dipanen, (2) tanaman autopoliploid yang jagur dan fertil lebih berhasil dilakukan melalui penggandaan diploid yang jumlah kromosom sedikit, (3) autopoliploid yang berasal dari spesies menyerbuk silang lebih baik daripada menyerbuk sendiri, karena penyerbukan silang membantu secara luas rekombinasi gen dan kesempatan untuk memperoleh keseimbangan genotip pada poliploidi (Hetharie, 2003). Salah satu senyawa kimia yang digunakan untuk menghasilkan tanaman autopoliploid adalah kolkhisin (Kadi, 2007).

Tanaman poliploid mempunyai jumlah kromosom lebih banyak daripada tanaman diploidnya maka biasanya tanaman lebih tahan terhadap penyakit, bagian-bagian tanaman menjadi lebih besar (akar, batang, daun, bunga, buah), sel-selnya (tampak jelas pada sel epidermis) lebih besar, inti sel juga lebih besar, buluh-buluh pengangkutan mempunyai diameter lebih besar, stomata lebih besar. Pada kebanyakan spesies, tangkai dan helai daun pun lebih tebal daripada diploid

normal. Warna hijau dari daun menjadi lebih tua, bunga mempunyai ukuran lebih besar tetapi waktu berbunga lebih lama (Suryo, 1995).

Penelitian perendaman biji menggunakan larutan kolkhisin terhadap tanaman Melon (Daryono, 1998) menunjukkan bahwa pada konsentrasi kolkhisin 0.1%, 0.5% dan 1% dengan perendaman biji 6 jam dihasilkan sel melon tetraploid yang diikuti dengan perubahan penambahan luas permukaan sel dan inti sel. Pada konsentrasi yang tepat kolkhisin akan menghambat pembentukan benang-benang gelendong sehingga pembentukan kromosom pada stadium anafase tidak terjadi, akibatnya terjadi penggandaan kromosom dengan jumlah berlipat ganda dan ukurannya bertambah.

Menurut Sengbusch (2003) dalam Puspasari (2008), menyebutkan bahwa tanaman poliploid mempunyai karakter sebagai berikut:

1. Kandungan air sel menjadi lebih besar dengan meningkatnya ukuran sel. Hal ini menyebabkan penurunan osmotik, akibatnya ketahanan terhadap suhu rendah (*frost*) menurun. Pada kultivar tanaman yang memiliki ukuran buah yang besar (misalnya tomat), intensitas rasa menjadi berkurang jika dibandingkan dengan tipe liarnya. Penurunan intensitas rasa ini merupakan indikasi dari pengenceran bahan larut.
2. Terjadi penurunan kecepatan pertumbuhan yang disebabkan oleh berkurangnya rasio pembelahan sel. Suplai auksin kedalam sel terganggu, intensitas respirasi menurun dan aktivitas banyak enzim terganggu.
3. Beberapa organ tanaman membesar secara abnormal. Proporsi antara satu dengan lainnya berubah, daun seringkali mengalami penebalan. Peningkatan

ukuran tidak berkorelasi terhadap tingkat ploidi tetapi melewati batas optimumnya. Tetraploid seringkali lebih besar daripada triploid, yang juga lebih besar daripada diploid. Meskipun demikian, tanaman dengan tingkat ploidi yang lebih tinggi sering ditandai dengan pertumbuhan yang terhambat akibat dari anomali kromosomal yang menyebabkan gangguan hubungan antara set kromosom. Ketidaknormalan ini ditandai dengan inkompatibilitas.

4. Waktu inisiasi pembungaan dan pembungaan menjadi lebih panjang. Hal ini disebabkan oleh pertumbuhan yang secara umum menurun dan penurunan kecepatan metabolisme.

Terdapat tiga petunjuk penting dalam memproduksi dan memanfaatkan tanaman autopolioid, yaitu (1) tanaman autopolioid pertumbuhan vegetatifnya lebih besar sedangkan biji yang dihasilkan sedikit, sehingga lebih bermanfaat untuk pemuliaan tanaman yang bagian vegetatifnya dipanen, (2) tanaman autopolioid yang fertil lebih berhasil dilakukan melalui penggandaan diploid yang jumlah kromosom sedikit, (3) autopolioid yang berasal dari spesies menyerbuk silang lebih baik daripada menyerbuk sendiri, karena penyerbukan silang membantu secara luas rekombinasi gen dan kesempatan untuk memperoleh keseimbangan genotip pada poliploidi (Hetharie, 2003). Salah satu senyawa kimia yang digunakan untuk menghasilkan tanaman autopolioid adalah kolkhisin (Kadi, 2007).

Diantara berbagai efek poliploidi ada empat arti dalam bidang pertanian, yaitu (1) setiap perubahan pada jumlah kromosom akan merubah segregasi genetik, (2) setiap penambahan jumlah kromosom akan memberikan suatu efek

penutup yang mengurangi gen-gen resesif yang merugikan, (3) penambahan jumlah kromosom hampir selalu menunjukkan keunggulan sifat, (4) sterilitas pada gamet dan penurunan daya perkembangbiakan merupakan akibat dari poliploidi (Hetharie, 2003).

Di alam, poliploid dapat terjadi karena kejutan listrik (petir), keadaan lingkungan ekstrem, atau persilangan yang diikuti dengan gangguan pembelahan sel. Perilaku reproduksi tertentu mendukung poliploidi terjadi, misalnya perbanyakan vegetatif atau partenogenesis, dan menyebar luas. Poliploidi buatan dapat dilakukan dengan meniru yang terjadi di alam atau dengan menggunakan mutagen. Kolkhisin adalah mutagen yang umum dipakai untuk keperluan ini (Snyder, 2000).

2.5.1 Tanaman Poliploidi

Poliploidi dapat dibuat secara sengaja (dengan induksi) menggunakan bahan kimia seperti kolkhisin. Poliploid mengakibatkan terjadinya beberapa perubahan sebagai akibat dari duplikasi kromosom, contohnya sel dan bagian-bagian tanaman yang menjadi lebih besar. Manipulasi ploidi telah berhasil digunakan dalam pemuliaan tanaman untuk memproduksi tanaman poliploid sebagai salah satu cara untuk meningkatkan hasil.

Poliploidi seringkali memberikan efek dramatis dalam penampilan atau pewarisan sifat yang bisa positif atau negatif. Tumbuhan secara umum bereaksi positif terhadap poliploidi yaitu adanya perubahan yang menyebabkan tanaman lebih besar dari ukuran normal.

Tanaman poliploid memiliki pola pertumbuhan, ciri morfologi, anatomi, genetik, fisiologi, dan produktivitas yang berbeda dibandingkan dengan tanaman diploidnya. Umumnya kenampakan tanaman dan produktivitasnya lebih baik, sehingga secara ekonomis lebih menguntungkan (Burns, 1972).

Burns (1972) mengungkapkan adanya ciri morfologi yang berbeda pada tanaman poliploid dibandingkan tanaman diploidnya. Pada tanaman poliploid, jumlah kromosom yang lebih banyak menyebabkan ukuran sel dan inti sel bertambah besar. Sel yang berukuran lebih besar menghasilkan bagian tanaman seperti daun, bunga, buah maupun tanaman secara keseluruhan yang lebih besar.

Hasil penelitian yang dilakukan Damayanti (2003) pada tanaman vanila menunjukkan bahwa Perlakuan kolkhisin menghasilkan jumlah kromosom yang beragam pada masing-masing perlakuan. Konsentrasi kolkhisin yang menunjukkan adanya duplikasi kromosom adalah konsentrasi kolkhisin 0,20% dan 0,25% selama 6 hari. Penambahan jumlah kromosom tersebut diikuti dengan peningkatan ukuran sel dan perbesaran organ yang menyebabkan pada penampakan biakan, pada warna tunas yang lebih hijau, tingkat multiplikasi tinggi, dan batang lebih besar.

Perendaman biji menggunakan kolkhisin konsentrasi 0,01% pada tanaman Pacar air (*Impatiens balsamina* L.) juga menginduksikan tanaman poliploid, perubahan tersebut ditandai dengan daun dan batang lebih besar, cabang lebih banyak, dan waktu pembungaan lebih cepat. Tetapi perubahan jumlah kromosom tersebut tidak berpengaruh nyata terhadap diameter bunga *Impatiens balsamina* L (Wiendra, 2011).

2.6 Mutasi Buatan

Mutasi atau perubahan kromosom dapat terjadi secara spontan dan secara buatan. Mutasi secara buatan dapat dilakukan dengan teknik-teknik khusus, misalnya dengan menggunakan agen mutasi tertentu. Penggunaan bahan kimia misalnya kolkhisin yang diaplikasikan pada biji, mata tunas, organ meristematis, atau tunas pucuk akan memberikan atau mengakibatkan perubahan-perubahan secara genetik yang akan memberikan dampak variasi genetik. Mutasi atau perubahan struktural kromosom dapat terjadi pada suatu bagian dari tanaman. Suatu organ tanaman yang telah mengalami mutasi akan memberikan kenampakan yang berbeda dibandingkan dengan tanaman yang lain. (Mangoendidjojo, 2003).

Mutasi alami atau mutasi yang terjadi secara spontan di alam pada suatu tanaman itu tidak menguntungkan. Tetapi mutasi yang direncanakan dan terarah (mutasi buatan) dapat menghasilkan pengembangan beberapa varietas tanaman yang unggul. Mutasi adalah suatu proses dimana suatu gen mengalami perubahan struktur. Gen yang berubah karena mutasi disebut mutan. Mutasi adalah perubahan struktur kimia dalam gen yang dapat diwariskan kepada generasi berikutnya. Perubahan struktur kimia ini dapat terjadi secara kecil-kecilan yang hanya meliputi satu pasang nukleotida atau dapat pula secara besar-besaran yang melibatkan seluruh perangkat kromosom (Abadi, 2006).

Berdasarkan akibat yang ditimbulkan, mutasi dibedakan menjadi mutasi kecil dan mutasi besar. Mutasi kecil hanya menimbulkan perubahan kecil yang kadang tidak jelas perubahannya atau sedikit memberikan perubahan fenotip jadi

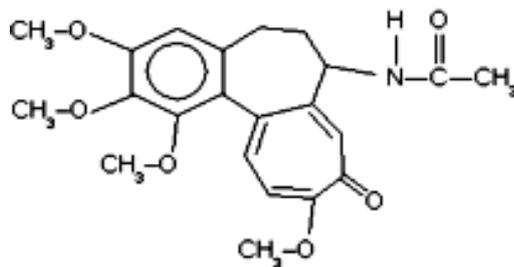
hanya semua variasi. Mutasi besar menimbulkan perubahan besar pada fenotip yang biasanya dianggap abnormal atau cacat (Abadi, 2006).

Sumber dari keragaman genetik adalah mutasi gen, serta persilangan dan rekombinasi. Mutasi didefinisikan sebagai perubahan yang terjadi secara spontan dan diwariskan yang tidak disebabkan oleh segregasi atau rekombinasi. Mutasi yang terjadi bahkan dalam laju yang rendah dapat terakumulasi dan merupakan sumber utama keragaman untuk perbaikan pada tanaman menyerbuk sendiri. Persilangan merupakan sebuah mekanisme untuk menciptakan kombinasi gen baru melalui segregasi dan rekombinasi. Karakter yang sama sekali baru dapat muncul karena adanya interaksi gen dan meningkatkan besarnya keragaman (Chahal dan Gosal, 2002).

2.7 Kolkhisin

Kolkhisin adalah bahan kimia alkaloid yang berasal dari umbi tanaman berbunga famili *Liliaceae* yang dikenal sebagai rumput-rumputan yang tumbuh pada musim gugur (*Colchicum autumnale*). Pemulia tanaman telah lama menggunakan kolkhisin dalam perakitan varietas baru. Kolkhisin dapat menyebabkan beberapa tanaman menghasilkan bunga atau umbi yang lebih besar, walaupun efeknya tidak dapat diperkirakan (Snyder, 2000).

Kolkisin merupakan alkaloid toksik dan karsinogenik dengan rumus kimia $C_{22}H_{25}NO_6$. Kolkisin merupakan inhibitor mitosis karena dapat mengikat tubulin (suatu protein), konstituen utama mikrotubula. Mikrotubula berperan penting dalam pembentukan benang spindel pada mitosis (Chahal & Gosal, 2002).



Gambar 2.2 Rumus Kimia Kolkhisin ($C_{22}H_{25}NO_6$)

Kolkhisin menghambat pembentukan benang-benang spindel pada tahap profase, menghambat pembelahan inti, pemisahan kromosom, pembentukan anak sel dan secara efektif menghentikan proses pembelahan, karena itu keberadaan kolkhisin menyebabkan kromosom tidak dapat terbagi menjadi dua anak sel yang baru sehingga mengakibatkan jumlah kromosom dalam sel tersebut menjadi dua kali lipat. Dengan konsentrasi yang cukup, benang-benang spindel yang telah terbentuk pada tahap anafase dapat dihancurkan (Eigsti dan Dustin, 1957).

Sumaryadi (2011) mengungkapkan adanya ciri morfologi yang berbeda pada tanaman poliploid dibandingkan tanaman diploidnya. Pada tanaman poliploid, jumlah kromosom yang lebih banyak menyebabkan ukuran sel dan inti sel bertambah besar. Sel yang berukuran lebih besar menghasilkan bagian tanaman seperti daun, bunga, buah maupun tanaman secara keseluruhan yang lebih besar.

Kolkhisin dapat digunakan untuk menginduksi poliploid (Eigsti dan Dustin, 1957). Poliploid adalah organisme yang mempunyai lebih dari dua set kromosom atau genom dalam sel somatisnya. Beberapa ciri tumbuhan poliploid antara lain, inti dan isi sel lebih besar, daun dan bunga bertambah besar, dan dapat

terjadi perubahan senyawa kimia termasuk peningkatan atau perubahan pada jenis atau proporsi karbohidrat, protein, vitamin atau alkaloid (Poespodarsono, 1988).

Duplikasi kromosom atau poliploidi, sebuah fenomena umum pada tanaman hias (Escand, 2005), diasosiasikan dengan pembesaran pada organ (bunga dan daun), intensifikasi warna, tanaman yang lebih tahan dan kuat, daun yang lebih tebal dan kaku, peningkatan secara nyata toleransi terhadap berbagai stres, dan ketahanan terhadap hama dan penyakit. Untuk alasan-alasan tersebut, poliploidisasi dikenal sebagai sebuah sumber evolusi dan domestifikasi tanaman berbunga. Perlakuan dengan kolkhisin tidak selalu menghasilkan tanaman dengan pertumbuhan yang baik, menurut Banowo (2009) konsentrasi kolkhisin 0,20% adalah konsentrasi yang tertinggi yang mengakibatkan penurunan pertumbuhan namun meningkatkan kandungan protein biji kacang hijau (*Vigna radiate* L.).

Poliploidisasi dapat diperoleh melalui pemberian kolkhisin. Larutan kolkhisin pada konsentrasi yang kritis mencegah terbentuknya benang-benang plasma dari gelendong inti (spindel) sehingga permissahan kromosom pada anafase dari mitosis tidak berlangsung. Apabila pengaruh kolkhisin telah hilang, sel poliploid yang baru ini dapat membentuk spindel pada kedua kutubnya dan membentuk anakan poliploid seperti telofase dari mitosis biasanya (Suryo, 1995).

Blakeslee dan Avery (1937) melakukan induksi poliploidisasi dengan menggunakan kolkhisin pada tanaman *Datura stramonium*. Penghitungan jumlah kromosom dilakukan dan diketahui bahwa sel-sel 2n dan 4n dapat berada bersama di dalam satu bunga dan bahkan pada anther yang sama dari tetraploid yang

terjadi secara spontan maupun yang diinduksi dan bunga yang sama dapat memiliki polen $1n$ dan $2n$.

Kepekaan terhadap perlakuan kolkhisin berbeda diantara spesies tanaman, oleh karena itu baik konsentrasi maupun waktu perlakuan akan berbeda untuk setiap spesies, bahkan untuk bagian tanaman yang berbeda, konsentrasi dan waktu perlakuan akan berbeda pula (Poespodarsono, 1988).

Penggunaan kolkhisin telah banyak dilakukan dalam pemuliaan tanaman seperti pada tanaman Anggrek *dendrobium hibrida*. Menurut Sulistyaningsih (2004) peningkatan kualitas bunga anggrek *dendrobium hibrida* dapat di tingkatkan dengan pemberian kolkhisin dengan lama perendaman 6 jam dan konsentrasi kolkhisin 0.02 %. Pemberian kolkhisin dapat meningkatkan keanekaragaman fenotipik yaitu perubahan warna bunga, tingkat kehalusan permukaan bunga, terdapat bulu serta tepi labellum yang berbeda.

Kolkhisin juga diaplikasikan pada tanaman *Zinnia* sp dengan cara perendaman biji pada konsentrasi 0.25% dan 0.75%. hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi 0.75% mengakibatkan keragaman karakter diameter tangkai bunga menjadi lebih kecil bahkan mengakibatkan kematian sebagian besar kecambah. Sedangkan konsentrasi 0.25% meningkatkan keragaman tetapi masih belum dapat melipat gandakan kromosom (Puspasari 2008). Sedangkan Sumaryadi (2011) mengemukakan bahwa kolkhisin konsentrasi 2,0 mg/l memberikan hasil rata-rata tertinggi pada pertumbuhan tanaman jelutung baik pada penambahan tinggi tunas, diameter, serta jumlah daun.

Menurut Blakeslee dan Avery (1937), pengaruh yang langsung terlihat setelah perlakuan kolkhisin adalah hambatan pertumbuhan secara keseluruhan yang terlihat dari perkecambahan dan pertumbuhan bibit yang lambat, bahkan dalam dosis yang sangat kecil yang tidak menyebabkan perubahan yang nampak pada tanaman dewasa. Peningkatan jumlah kromosom dapat menghambat pertumbuhan, yang dapat mengakibatkan habitus tanaman menjadi lebih kecil daripada lebih besar. Stebbin (1984) dalam Rauf dkk, (2006) juga menyatakan bahwa penurunan laju pertumbuhan poliploid disebabkan oleh pengurangan rasio pembelahan sel. Suplai auksin ke sel terganggu, rasio pernafasan menurun dan aktivitas banyak enzim berkurang.

Poliploid dapat diinduksi dengan menggunakan kolkhisin. Kolkhisin dapat diaplikasikan dengan berbagai cara yakni perendaman biji, perendaman bibit, penetasan bagian meristem, penyuntikan bagian tertentu pada tanaman. Setiap perlakuan dengan kolkhisin meristem titik tumbuh harus terkena pengaruh senyawa tersebut. Apabila perlakuan yang diberikan tidak tepat, maka sebagian jaringan yang terpengaruh dan poliploidi tidak terjadi di seluruh bagian tanaman (*chimera*). Benih atau bibit dapat direndam dengan larutan kolkhisin atau kolkhisin dapat diaplikasikan hanya pada titik tumbuh tanaman (Snyder, 2000).

Tidak ada ukuran tertentu mengenai besarnya konsentrasi larutan kolkhisin yang harus digunakan. Pada umumnya larutan kolkhisin akan bekerja efektif pada konsentrasi 0,01% - 1 %, ada juga yang menyebutkan bahwa larutan ini bekerja efektif pada konsentrasi 0,001% - 1%. Setiap jenis tanaman mempunyai respon yang berbeda tergantung pada bahan yang diperlakukan (Suryo, 1995). Penelitian Suminah (2002) memperoleh hasil bahwa konsentrasi kolkhisin 1% yang diinduksikan pada tanaman bawang merah (*Allium ascalonicum* L.) telah

mempengaruhi variasi bentuk, ukuran, dan jumlah kromosom. Perlakuan kolkisin pada tanaman biasanya dilakukan dengan menggunakan larutan kolkisin dengan konsentrasi sekitar 0,2%, sedangkan lama sel-sel tanaman kontak dengan larutan kolkisin bervariasi antara 24-96 jam. Oleh karena itu, pada percobaan-percobaan poliploidisasi digunakan kadar-kadar larutan kolkisin tertentu, dari kadar terendah sampai tertinggi, sehingga diperoleh kadar optimum untuk mendapatkan tanaman poliploid dengan produksi tertinggi (Sulistianingsih dkk, 2004).

