

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Aster Cina (*Callistephus chinensis* L.)

Nama *Callistephus* berasal dari dua kata Yunani "*Kalistos*" artinya paling cantik dan "*Stephus*" berarti mahkota (Kaushal, 2013). Bunga aster cina mencerminkan keriang, kegembiraan dan kesederhanaan (Trianawaty dan Nafery, 2016).

Klasifikasi tanaman aster cina adalah :

Kingdom : *Plantae*

Divisi : *Magnoliophyta*

Kelas : *Magnoliopsida*

Ordo : *Asterales*

Famili : *Asteraceae*

Genus : *Callistephus*

Spesies : *Callistephus chinensis* L.

Aster cina merupakan tanaman dengan bentuk daun bergerigi (Sheela, 2008). Beberapa varietas aster cina yang populer yaitu *ciliolatus*, *novae-angliae*, *ericoides*, *sericeus*, *hesperius*, *umbellatus*, dan *laevis*. Variasi warna bunga aster yaitu putih, merah, pink, ungu, dan biru (The flower expert, 2018).

Tanaman aster cina (*Callistephus chinensis* L.) cocok ditanam pada tanah bertekstur lempung berpasir (*sandy loam*) komposisi pasir : debu : liat adalah 70 : 90 : 10, dan pH 7,2 (Shinduja dkk., 2018). Suhu lingkungan yang cocok adalah

16⁰C - 38⁰C dengan kelembaban 78% dan ditanam pada saat musim hujan yaitu bulan Juni-September (Sharma, 2011). Aster cina tumbuh dengan baik pada ketinggian tempat 1276 mdpl (meter di atas permukaan air laut) (Kaushal, 2013). Kecamatan Bandungan memiliki ketinggian tempat 915 mdpl (meter di atas permukaan air laut) (BPS Kabupaten Semarang, 2017). Tipe penyerbukan aster cina adalah menyerbuk sendiri (Bhondave dkk., 2016). Perbanyakan aster cina dilakukan secara vegetatif menggunakan anakan, stek pucuk atau setek batang (Trianawaty dan Nafery, 2016).

Persentase tumbuh aster cina dari benih rata-rata 65% sehingga mudah untuk dibudidayakan (Bhondave dkk., 2016). Tinggi tanaman aster cina rata-rata 35 cm - 40 cm (Sharma, 2011). Bakal bunga akan muncul pada umur 50-60 hari setelah tanam dan mekar sempurna pada umur 66-80 hari setelah tanam (Shinduja dkk., 2018).

Rata-rata panjang tangkai bunga antara 10 cm – 20 cm (Sheela, 2008). Jumlah bunga dalam satu tanaman sekitar 20-40 (Kaushal, 2013). Rata-rata diameter bunga yaitu 4 cm - 7 cm tergantung varietasnya (Sharma, 2011). Lama kesegaran bunga potong aster cina sekitar 6-7 hari (Zosiamliana dkk., 2011). Produksi bunga potong rata-rata 3 ton/ha (Shinduja dkk., 2018).

Dosis rekomendasi pemupukan aster cina yaitu 180 N kg/ha:120 P₂O₅ kg/ha:60 K₂O kg/ha (Chaitra dan Patil, 2007). Pemberian takaran pupuk 1,5 kali takaran anjuran menunjukkan pertumbuhan vegetatif dan jumlah bunga lebih tinggi dibanding 0,5 takaran anjuran atau 1 takaran anjuran pada tanaman krisan (Tedjasarwana dkk., 2011). Budidaya tanaman aster cina perlu diberi fungisida

untuk mengatasi penyakit hawar daun dan bercak daun serta diberi insektisida untuk mengatasi ulat bulu, kutu daun dan thrips (Sharma, 2011).

2.2. Mutasi

Kebutuhan manusia akan tanaman merupakan dasar untuk memperoleh hasil semaksimal mungkin dari tanaman yang diusahakan. Tanaman yang diusahakan tersebut diharapkan memiliki bibit unggul, berdaya hasil tinggi, dan tahan terhadap cekaman biotik maupun abiotik (BB Biogen, 2014). Usaha untuk meningkatkan atau memperbaiki karakter tanaman agar diperoleh tanaman yang unggul disebut kegiatan pemuliaan tanaman. Perluasan keragaman genetik dilakukan untuk memunculkan karakter tanaman yang diinginkan pemulia dengan cara persilangan atau mutasi (Syukur dkk., 2015). Mutasi dilakukan untuk memperluas keragaman genetik terutama pada tanaman yang selalu diperbanyak secara vegetatif. Mutasi bersifat acak dan tiba tiba, dapat diwariskan atau kembali normal (BB Biogen, 2014). Sifat mutasi adalah merusak semua sel dan tidak bisa diarahkan pada karakter tertentu (Maharani dkk., 2015). Mutasi adalah perubahan materi genetik pada tingkat genom, kromosom, atau DNA sehingga mengakibatkan terjadinya keragaman genetik (Pandin, 2010). Berdasarkan tipe struktur perubahan materi genetiknya, mutasi dibagi menjadi mutasi tingkat genom, mutasi tingkat kromosom, dan mutasi tingkat DNA. Mutasi tingkat genom, yaitu mutasi yang menyebabkan perubahan jumlah kromosom. Mutasi tingkat kromosom atau disebut mutasi besar, yaitu mutasi yang menyebabkan pecahnya benang kromosom. Mutasi tingkat DNA atau disebut mutasi kecil, yaitu

mutasi yang menyebabkan perubahan susunan pasang basa dimana terjadi substitusi pasangan basa atau penghapusan pasangan basa (Asadi, 2013). Mutasi tingkat gen yang terekspresi dapat dideteksi melalui morfologi, anatomi, maupun DNA (Widiastuti dkk., 2013).

Mutasi dapat terjadi secara alami dan induksi. Mutasi alami terjadi karena pengaruh alam dan memiliki peluang kejadian yang sangat langka. Contoh mutasi alami yaitu petir. Mutasi induksi menggunakan mutagen kimia atau mutagen fisik. Mutagen kimia yaitu *ethylene methane sulfonat* atau EMS ($\text{CH}_3\text{SO}_3\text{C}_2\text{H}_5$), *diethyl sulphate* atau dES ($\text{C}_4\text{H}_{10}\text{SO}_4$) (Sutapa dan Kasmawan, 2016). Mutagen kimia lainnya antara lain sodium azida (NaN_3), methyl-nitrosourea atau MNU ($\text{C}_2\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_2$) (Khan dkk., 2009). Mutagen fisik berupa radiasi yaitu sinar-X dan sinar gamma. Mutagen kimia umumnya berasal dari gugus alkil (Asadi, 2013). Mutagen fisik menyebabkan perubahan dan kerusakan pada molekul DNA (Nur dan Syahrudin, 2016). Gugus alkil menginisiasi terbentuknya radikal bebas (Praptana dan Hermanto, 2016). Radikal bebas adalah atom, molekul, atau senyawa yang kehilangan satu atau lebih elektron yang tidak berpasangan di orbital terluar sehingga bersifat tidak stabil. Elektron yang tidak berpasangan selalu berusaha menarik pasangan baru sehingga mudah bereaksi dengan zat lain seperti protein, lemak maupun DNA dalam tubuh. Proses ini menyebabkan DNA menjadi rusak yang disebut termutasi (Sayuti dan Yenrina, 2015).

Radiosensitivitas adalah kepekaan dari sel, jaringan, dan organ terhadap bahan mutagen yang digunakan (Indriani dkk., 2012). Radiosensitivitas dapat dilihat dari nilai LD_{50} (*Lethal Dose 50*), dan respon fisiologis bahan tanam yang

dimutasi (Maharani dkk., 2015). Radiosensitivitas juga dapat dilihat dari adanya hambatan pertumbuhan atau kematian tanaman (BB Biogen, 2011). Dosis optimal mutagen yang efektif untuk menghasilkan tanaman mutan biasanya berada pada atau sedikit dibawah kisaran dosis LD₅₀ karena pada dosis tersebut menghasilkan variasi tanaman mutan maksimal dengan kerusakan fisiologis minimal (Sudrajat dan Zanzibar, 2009). LD₅₀ adalah tingkat dosis yang menyebabkan kematian 50% dari populasi tanaman yang dimutasi (Rahman dan Aisyah, 2018). Pemberian dosis mutagen yang terlalu tinggi akan menghambat pembelahan sel yang menyebabkan menurunnya daya tumbuh dan kematian sel, sedangkan dosis mutagen yang terlalu rendah tidak cukup untuk memutasi tanaman bahkan tidak terjadi mutasi (Sutapa dan Kasmawan, 2016). Keberhasilan dan efektifitas dosis radiasi yang digunakan dapat terlihat pada fenotipe tanaman mutan seperti pada keunikan bentuk daun, corak daun, dan masa vegetatif yang pendek (Widiarsih dan Dwimahyani, 2013).

Semakin rendah nilai LD₅₀, semakin tinggi tingkat radiosensitivitas sehingga semakin besar peluang terjadinya mutasi (Rahman dan Aisyah, 2018). Penelitian mutasi pada genotipe anyelir dengan nilai LD₅₀ 72,41 gray memiliki tingkat radiosensitivitas terhadap radiasi sinar gamma lebih rendah dibandingkan genotipe tanaman anyelir dengan nilai LD₅₀ 49,47 gray (Aisyah dkk., 2009). Tinggi rendahnya tingkat radiosensitivitas dipengaruhi oleh spesies atau kultivar tanaman dan organ tanaman apa yang dimutasi (Maharani dkk., 2015). Peristiwa *diploantic selection* merupakan kompetisi antara sel mutan dengan sel normal, sehingga ketika sel normal mampu bertahan, maka sel mutan akan menghilang

sehingga penampilan tanaman yang terlihat adalah karakter normal seperti tanaman tetuanya (Ginting dkk., 2015).

Perkembangan pemuliaan tanaman dengan mutasi pada tanaman hias mulai berkembang pada tahun 1990an. Beberapa mutan tanaman hias telah dilepas sebagai kultivar unggul nasional yaitu Julikara, Rosanda dan Rosmarun (mawar mini), Rosma (mawar potong) dan Mustika Kania (krisan) (Handayati, 2013). Mutasi fisik dengan sinar-X menghasilkan variasi bentuk bunga pada tanaman hias bunga kertas (*Zinnia elegans* Jacq) yaitu bentuk bunga pompom dan semi. Muncul karakter baru pada tipe helai bunga pita selain tipe normal yaitu tipe melintir (Gunawan dkk., 2014). Mutasi kimia dengan EMS pada benih tanaman hias marigold (*Tagetes sp.*) kultivar Narai Orange dosis 0,6% menyebabkan 2 dari 100 tanaman mengalami perbedaan warna bunga dari tanaman lainnya yaitu kuning. Pemberian mutagen kimia dengan EMS dosis 0,9% menyebabkan 1 tanaman memiliki daun kimera yaitu gradasi warna daun, 6 tanaman menjadi kerdil, 1 tanaman kerdil dengan cabang yang banyak, dan 2 tanaman dengan batang kurus (Pratiwi dkk., 2013). Kimera merupakan keadaan dimana suatu jaringan terdiri dari sel mutan dan sel normal sehingga masing-masing sel memiliki susunan genetik yang berbeda (Lelang dkk., 2015). Kemunculan kimera pada generasi kedua mengindikasikan bahwa mutasi belum bersifat solid. Contoh peristiwa kimera yaitu adanya stomata daun berukuran lebih besar dari normal pada planlet *Dendrobium sylvanum* var. flava MV₂ setelah pemberian kolkisin 0.1% dan durasi perendaman kolkisin 24 jam (Musalamah dkk., 2018).

Mutasi fisik dengan sinar gamma pada stek batang tanaman hias kembang sepatu (*Hibiscus rosa-sinensis*) dengan bunga berwarna merah menyebabkan perubahan warna bunga menjadi kuning-putih pada dosis 17,5 Gy dan 20 Gy, tanaman menjadi kerdil pada dosis 12,5 Gy, 15 Gy, dan 17,5 Gy, serta permukaan daun menjadi bergelombang dari bentuk awal rata (Dewi dan Dwimahyani, 2013). Tanaman hias daun miana (*Coleus sp.*) varietas *C. blumei* dengan warna daun ungu dan pinggir daun warna hijau menghasilkan 3 tanaman mutan dengan perubahan warna daun menjadi merah muda dan pinggir kuning akibat perendaman stek pada EMS konsentrasi 0,5% (Sari dkk., 2017). Tanaman hias jengger ayam (*Celosia cristata* L.) menghasilkan satu tanaman mutan warna bunga dari warna bunga pink keunguan menjadi merah setelah dilakukan radiasi sinar gamma pada benih dosis 10 Gy (Lelang dkk., 2015).

2.3. Radiasi Sinar Gamma

Radiasi adalah pancaran energi dalam bentuk partikel atau gelombang (Sutapa dan Kasmawan, 2016). Jenis-jenis radiasi ditinjau dari massanya, radiasi dapat dibagi menjadi radiasi elektromagnetik dan radiasi partikel. Radiasi elektromagnetik adalah radiasi yang tidak memiliki massa (Pelamonia dkk., 2013). Radiasi elektromagnetik terdiri dari gelombang radio, sinyal televisi, sinyal radar, sinar-X dan sinar gamma. Radiasi partikel adalah radiasi yang memiliki massa contohnya partikel alfa dan beta (Swamardika, 2009). Ditinjau dari muatan listriknya, radiasi dibagi menjadi radiasi pengion dan radiasi non-pengion. Radiasi pengion adalah radiasi yang apabila menumbuk atau menabrak

suatu bahan, akan muncul partikel bermuatan listrik yang disebut ion. Peristiwa terjadinya ion ini disebut ionisasi (Hudhiyantoro dan Hariyadi, 2012). Ionisasi menyebabkan perubahan bahkan kerusakan pada jaringan makhluk hidup tersebut (Fauziah dkk., 2013). Radiasi pengion disebut juga radiasi atom atau radiasi nuklir. Contoh radiasi pengion adalah partikel alfa, beta, neutron, sinar-X, dan sinar gamma (Suyatno, 2008).

Radiasi sinar-X memiliki panjang gelombang 1 nm dan frekuensi 10^{16} Hz sedangkan radiasi gamma memiliki panjang gelombang 10^{-2} nm dan frekuensi 10^{18} Hz. Cahaya tampak memiliki panjang gelombang 10^4 nm dan frekuensi 10^{12} Hz (Tonnessen dkk., 2011). Semakin pendek gelombang elektromagnetik yang menumbuk bahan, maka energi semakin besar sehingga daya tembus bahan semakin besar (Suyatno, 2008).

Faktor yang mempengaruhi terbentuknya tanaman mutan antara lain dosis radiasi. Dosis optimum radiasi yang diberikan untuk mendapatkan tanaman mutan dipengaruhi oleh jenis radiasi, jenis tanaman, dan organ tanaman apa yang dimutasi (Sutapa dan Kasmawan, 2016). Kisaran dosis optimum radiasi pada benih lebih tinggi dibandingkan dengan organ tanaman lainnya (Asadi, 2013). Dosis radiasi yang diserap bahan diukur dalam satuan Gray (Gy) dimana $1 \text{ Gy} = 100 \text{ rad}$ (Tonnessen dkk., 2011).

Mutasi fisik cocok digunakan untuk tanaman yang diperbanyak secara vegetatif karena umumnya bersifat heterozigot sehingga menimbulkan keragaman yang tinggi setelah dilakukan paparan radiasi (Sutapa dan Kasmawan, 2016). Keragaman genetik yang disebabkan oleh induksi mutasi menjadi dasar seleksi

pemuliaan tanaman (Yunita, 2009). Tanaman dengan nilai koefisien keragaman tinggi, seleksi terhadap karakter tersebut tepat untuk dilakukan karena karakter tersebut memiliki peluang perbaikan genetik yang lebih besar pada generasi selanjutnya (Herawati dkk., 2009). Keragaman dikategorikan rendah apabila nilai koefisien keragamannya $\leq 25\%$, sedang apabila nilainya $\leq 50\%$, dan tinggi apabila nilainya $> 50\%$ (Anitasari dan Susilo, 2013). Karakter dengan peluang perbaikan genetik yang lebih besar maka lebih efektif dalam mendapatkan kultivar unggul baru (Miftahorrahman dkk., 2018). Penggunaan mutagen fisik memiliki keuntungan yaitu dosis yang digunakan lebih akurat dan penetrasi penyinaran ke dalam sel bersifat homogen (BB Biogen, 2014). Mutasi fisik radiasi sinar gamma dapat menyebabkan kerusakan fisiologis berupa kematian tanaman, merangsang abnormalitas, menekan pertumbuhan vegetatif, dan menyebabkan sterilitas (Lelang dkk., 2015).

Penggunaan radiasi dapat menciptakan tanaman mutan yang tidak menguntungkan bagi beberapa tanaman seperti pembungaan yang semakin lambat, tanaman cacat, dan bahkan mati (Indriani dkk., 2014). Stek pucuk tanaman hias anyelir (*Dianthus caryophyllus* Linn.) hasil mutasi induksi radiasi sinar gamma pada generasi MV₃, tanaman tetua genotipe 11.10 mengalami perubahan pada bentuk tepi daunnya menjadi bergerigi. (Aisyah dkk., 2009). Mutasi induksi radiasi gamma dosis 200 Gy dan 300 Gy pada klon tanaman nanas (*Ananas comosus* (L.) Merr.) varietas *Smooth cayenne* telah menghasilkan keragaman MV₂ dengan presentasi mutan teramati yaitu 53% dibandingkan dengan generasi MV₁ yang tidak berbeda secara nyata (Human dkk., 2016).