

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sitologi dan Taksonomi Jarak Kepyar

Sitologi merupakan ilmu yang mempelajari tentang morfologi, ukuran, dan jumlah sel (Arisandi *et al.*, 2012). Menurut Hummel (1908), sel-sel endosperm jarak kepyar besar dan tidak teratur. Pada kondisi dormansi, ada beberapa lapisan sel yang melapisi embrio. Sel yang mengalami dormansi memiliki dinding sel selulosa yang tipis. Pada biji jarak kepyar yang aktif, endosperm mengecil dari dinding kulit biji dan membentuk rongga untuk embrio. Selama perkecambahan, sel tumbuh dua kali lipat ukuran aslinya dan tidak terjadi pembelahan sel. Jarak kepyar mengandung butir aleuron yang merupakan protein di dalam endosperm biji jarak. Butir aleuron pada sel yang dorman memiliki ukuran yang kecil dan transparan, sedangkan pada sel yang berkecambah, ukurannya membesar dan semakin lama menghilang. Menghilangnya butir aleuron ditandai dengan ukurannya yang maksimal.

Berikut adalah taksonomi jarak kepyar: Kingdom: Plantae, Subkingdom: Tracheobionta, Superdivision: Spermatophyta, Divisi: Magnoliophyta, Subclass: Rosidae, Order: Euphorbiales, Family: Euphorbiaceae, Genus: *Ricinus* L., Species *Ricinus communis* L. (USDA, 2006).

Tanaman jarak kepyar merupakan tanaman yang mampu beradaptasi di berbagai wilayah dengan tanah berdrainase baik. Nutrisi dan kelembaban yang berlebihan terutama dalam fase vegetatif dapat menurunkan produksi benih. Curah hujan yang dibutuhkan oleh tanaman jarak kepyar yaitu 380mm – 500mm saat fase pertumbuhan untuk menghasilkan tanaman yang dapat tumbuh dengan optimal. Pada tanah kering, dibutuhkan 600 mm – 1000 mm untuk hasil produksi benih optimal (Brigham, 1980). Tanaman jarak kepyar dapat tumbuh pada pH 4,5 – 8,3 dan dengan temperatur 7 °C – 27,8 °C (Bolaji *et al.*, 2014).

Morfologi jarak kepyar menurut Bolaji *et al.* (2014) ialah, tanaman jarak kepyar memiliki akar tunggang yang dalam, akar samping yang melebar dan akar rambut yang banyak. Batangnya memiliki warna yang bervariasi dari hijau muda sampai hijau tua, dan dari merah muda sampai merah kecoklatan. Jarak kepyar mempunyai batang beruas-ruas, setiap ruas dibatasi oleh buku-buku, setiap buku terdapat daun dan titik tumbuh calon cabang. Panjang ruas batang bervariasi

dengan permukaan batang halus hingga kasar. Lapisan lilin pada permukaan batang bervariasi, dari tanpa lapisan hingga tebal. Tinggi tanaman berkisar antara 1–4 meter dengan diameter batang 3–5 cm.

Jarak kepyar mempunyai daun yang besar dengan panjang daun sebesar 15 cm hingga 45 cm. Bentuk daunnya menjari sebanyak 5 sampai 11, dengan lekukan dangkal sampai dalam. Warna daun jarak kepyar bervariasi dari hijau muda sampai hijau tua dan ada yang berwarna kemerahan sampai merah tua. Tangkai daun (*petiole*) kuat dengan panjang 17–40 cm, memiliki permukaan halus hingga kasar, berwarna dasar hijau dan merah. Pada genotip tertentu, tulang daun tampak menonjol di bawah permukaan daun. Umumnya tepi daun bergerigi, namun ada pula yang rata.

Jarak kepyar merupakan tanaman berumah satu yaitu dalam satu tanaman terdapat bunga jantan dan bunga betina, dimana biasanya bunga jantan terletak dibagian bawah tandan dan bunga betina dibagian atas. Bunga jarak kepyar tidak mempunyai daun mahkota, tetapi mempunyai 3 – 5 kelopak bunga. Jarak kepyar merupakan tanaman yang secara alami menyerbuk silang, penyerbukannya dibantu oleh angin dan serangga. Tipe bunganya dibagi menjadi tiga yaitu monoseus (jantan dan betina), pistillate (hanya bunga betina), dan interspersed (jantan dan betina selang-seling) (Bolaji *et al.*, 2014). Bunga jarak kepyar terbentuk dalam suatu tandan bunga yang tumbuh berurutan pada setiap titik tumbuh baik pada batang utama, maupun pada cabang. Setelah tandan pertama muncul, dua atau tiga cabang tidak lama muncul dibawah tandan utama. Tiap percabangan tersebut akan menghasilkan tandan yang disebut tandan sekunder. Selanjutnya percabangan muncul dibawah tandan sekunder yang nantinya akan menghasilkan tandan yang disebut tandan tersier (Brigham, 1980). Tandan buahnya dapat berbentuk kerucut, silindris, dan oval. Susunan buahnya bisa padat, semi padat, dan jarang. Periode perkecambahan hingga pematangan buah bervariasi, yaitu berkisar antara 140 – 160 hari (Bolaji *et al.*, 2014).

Setelah pembuahan, bakal buah akan membesar, buah muda berwarna hijau muda sampai hijau tua, pada kulit buah terdapat bulu/duri ada pula yang tidak berduri (gundul). Setiap buah berisi 3 butir biji, buah yang sudah tua berubah warna menjadi kecoklatan kemudian mengering. Buah yang sudah masak

mempunyai sifat mudah pecah, sedang dan sulit pecah. Varietas yang dikembangkan sebaiknya yang memiliki tingkat kemudahan pecahnya sedang seperti varietas ASB 81 (Bolaji *et al.*, 2014). Varietas lainnya yang telah dikembangkan di Indonesia ialah ASB 22, yang mudah pecah dan ASB 60, dengan tingkat kemudahan pecahnya agak sulit (Infotek Perkebunan, 2013).

Bagian biji terdiri atas kulit biji dan daging biji (kernel), kulit biji agak keras dan mengkilap, daging biji mengandung minyak hingga 60%. Warna biji bervariasi yaitu putih, merah kecoklatan, coklat, coklat gelap, merah dan hitam. Biji memiliki corak (burik) yang setiap biji berbeda antara satu dengan yang lain. Bijinya berbentuk memanjang, oval, dan kotak yang mempunyai panjang sekitar 100 mm sampai sekitar 250 mm. Berat setiap 100 biji bervariasi mulai dari 9 gram hingga 100 gram (Bolaji *et al.*, 2014). Biji jarak kepyar mempunyai struktur luar yang disebut dengan caruncle, biasanya berada pada anggota *Euphorbiaceae*, seperti castor (Egyankosh, 2017). Biji jarak kepyar bisa mengalami masa dormansi meski baru dipanen dan bisa berkecambah tanpa perlakuan khusus. Akan tetapi untuk memecahkan masa dormansi biji jarak kepyar dapat dilakukan dengan cara direndam selama 24 jam menggunakan air (Bolaji *et al.*, 2014).

2.2 Pemanfaatan Kolkisin dan Poliploidi dalam Perakitan Varietas Unggul

Kolkisin merupakan hasil ekstraksi dari umbi dan biji tanaman *autumn crocus* (*Colchicum autumnale*) yang berasal dari Eropa. Senyawa basa dengan rumus kimia $C_{22}H_{25}O_6N$ ini merupakan senyawa alkaloid yang mudah larut dalam air. Kolkisin bekerja dengan cara menghambat pembentukan benang spindel pada pembelahan sel. Seperti halnya pada sansiviera, teknik pemberian kolkisin yaitu dengan cara menyemprotkan ke titik tumbuh secara berulang, merendam biji, atau merendam daun yang akan di stek (Pramono, 2008). Biji atau bibit yang diaplikasikan kolkisin pada saat berkecambah diserap melalui tunas atau akar (Asri *et al.*, 2015). Mekanisme penggandaan kromosom akibat penggunaan kolkisin biasa disebut dengan *colchicine-mitosis* (C-mitosis) (Ibrahim, 2012).

Pada pengaplikasiannya, kolkisin memiliki efek positif dan negatif terhadap tanaman. Menurut Harten (1998), efek kolkisin selain dapat memperbesar organ tanaman seperti daun, bunga, dan buah, namun juga dapat memperlambat pertumbuhan dan mengurangi fertilitas atau kesuburan dari

tanaman tersebut. Sirojuddin *et al.* (2017) menyatakan bahwa penggunaan kolkisin dengan konsentrasi tinggi dan waktu yang lama akan menyebabkan pertumbuhan tanaman terhambat sehingga diperlukan konsentrasi kolkisin yang efektif dan lama perendaman yang tepat.

Penerapan pemberian kolkisin berbeda pada tiap tanaman. Pada biji yang cepat berkecambah, biji direndam dalam larutan selama 1 – 5 hari sebelum tanam. Sedang untuk biji lambat berkecambah, perlakuan ditunda hingga akar timbul. Untuk kecambah, dicelup ke dalam larutan kolkisin selama 3 – 4 jam, sedangkan untuk tunas, larutan dioleskan atau diteteskan selama 2 atau 3 kali seminggu. Pada anakan dapat dilakukan dengan memotong 2 – 3 cm di atas titik tumbuh dan diakarnya diletakkan tempat kecil berisi larutan dengan maksud agar larutan menetes sedikit demi sedikit mengenai titik tumbuh (Poespodarsono, 1988). Pada tanaman jarak kepyar, sebaiknya biji direndam dengan air selama 12 jam sebelum ditanam agar biji cepat berkecambah. Perkecambahan pada jarak kepyar terjadi selama tujuh hingga sembilan hari (Kulkarni dan Ramanamurthy, 1959).

Kolkisin merupakan senyawa kimia yang dapat menginduksi poliploidi. Poliploidi adalah organisme yang mempunyai lebih dari dua set kromosom atau genom dalam sel somatisnya. Terdapat dua penyebab terjadinya poliploidi yakni autopoliploid dan allopoliploid, autopoliploid terjadi penggandaan langsung pada kromosom (secara buatan dapat menggunakan kolkisin) dan allopoliploid terjadi karena hasil persilangan antara tanaman yang berbeda genom (Poespodarsono, 1988). Kolkisin bekerja dengan cara menghambat terbentuknya mikrotubul pada pembelahan sel. Hal ini mengakibatkan terjadinya penggandaan kromosom tanpa pembelahan sel karena tidak terjadi pemisahan kromosom saat anafase. Dengan pemberian kolkisin dapat diperoleh tanaman poliploid. Konsentrasi kolkisin yang digunakan berkisar 0.001% sampai 0.1%. Pengamatan perubahan tingkat ploidi umumnya dilakukan dengan cara pengamatan kromosom (Pharmawati, 2015). Pengaplikasian konsentrasi kolkisin yang tepat dapat menghasilkan peningkatan jumlah kromosom, sehingga tanaman bersifat poliploid. Tanaman yang bersifat poliploid umumnya memiliki ukuran morfologi lebih besar dibandingkan tanaman diploid (Suminah *et al.*, 2002).

Poliploidi dibedakan atas aneuploid dan euploid. Menurut Huettel *et al.*, (2008), organisme yang memiliki kelebihan atau kekurangan kromosom dari jumlah normal termasuk dalam aneuploid. Penelitian Mahyuni *et al.*, 2015, menunjukkan bahwa penambahan jumlah kromosom yang tidak tepat sebagai kelipatan jumlah dasarnya, kemungkinan merupakan akibat duplikasi kromosom sehingga menyebabkan aneuploidi. Pada kondisi aneuploid, perubahan kromosom hanya melibatkan sebagian dari jumlah kromosom dasar, yakni penambahan atau pengurangan satu atau beberapa kromosom dari genom. Variasi aneuploid yang dapat terjadi adalah: monosomik ($2n-1$), nullisomik ($2n-2$), trisomik ($2n+1$) dan tetrasomik ($2n+2$). Menurut Suminah *et al.* (2002), jumlah kromosom yang merupakan kelipatan dari kromosom dasarnya ialah termasuk euploid. Poliploidi yang terbentuk dapat dikelompokkan menjadi tetraploid, pentaploid, heksaploid, oktaploid, dan nonaploid.

2.3 Keragaman Karakter Morfologi dan Agronomi Akibat Poliploidi

Pengaplikasian kolkisin dapat menghasilkan perubahan penampilan pada suatu tanaman yang mengindikasikan terjadinya poliploidi. Sifat umum yang ditampilkan oleh poliploidi adalah tanaman menjadi lebih kekar, bagian-bagian tanaman seperti akar, batang, daun, bunga dan buah menjadi lebih besar (Sirojuddin *et al.*, 2016). Perubahan morfologi ditunjukkan oleh tanaman pink crape myrtle seperti pertumbuhan tanaman yang terhambat, daun yang mempunyai pigmentasi hijau gelap, lebih tebal, lebar, dan besar serta tekstur daun yang kasar akibat pengaruh perlakuan kolkisin (Ye *et al.*, 2010).

Induksi poliploidi menggunakan kolkisin merupakan metode yang efektif dalam penggandaan kromosom suatu spesies. Perubahan karakter akibat terjadinya poliploidi secara buatan (yaitu dengan kolkisin) disebut dengan autopoliploid. Salah satu hasil autopoliploid yang berhasil pada bagian bunga yaitu pada tanaman krisan. Terjadi perbedaan diameter bunga pada tanaman krisan, berturut-turut untuk diploid dan tetraploid ialah 1,53 cm dan 2,12 cm (Kazi *et al.*, 2015; He *et al.*, 2016). Selain itu ada pula tanaman kentang yang diberi perlakuan kolkisin sehingga mempengaruhi tinggi tanaman dimana juga meningkatkan jumlah daun dan bobot segar tanaman yang secara tidak langsung juga meningkatkan jumlah umbi tiap tanaman (Alam *et al.*, 2011). Akan tetapi

pemberian konsentrasi kolkisin yang kurang tepat pada tanaman binahong dapat memperlihatkan sifat tanaman yang kurang baik, yaitu jumlah daun yang sedikit dan morfologi daun yang lebih kecil-kecil (Mahyuni *et al.*, 2015).

Perubahan karakter yang terjadi secara alami akibat hasil persilangan antar genom disebut dengan allopoliploid. Salah satu tanaman yang termasuk hasil dari allopoliploid yaitu persilangan *Arabidopsis* dan *Brassica* antar tetua yang waktu berbunganya lebih awal dibandingkan dengan yang lambat akan menghasilkan tanaman dengan pembungaan lambat. Hal ini dapat disebabkan bahwa pada *Arabidopsis* dan *Brassica* sifat pembungaan yang lambat lebih dominan, yang dikendalikan oleh FLC yaitu Flowering Locus (Mayfield *et al.*, 2011).

Hasil dari poliploid yang menghasilkan perubahan kromosom (keseluruhan set kromosom), dimana jumlah set kromosom individu merupakan kelipatan dari jumlah set kromosom dasar disebut euploidi (Stansfield, 1969). Salah satu hasil perubahan kromosom yaitu tetraploid, pada *Allium ascalonicum* L. terjadi variasi bentuk, ukuran, dan jumlah kromosom akibat pemberian kolkisin 1% (Suminah *et al.*, 2002). Pada tanaman Barley, tetraploid yang diinduksi dari perlakuan kolkisin menghasilkan tanaman yang pendek, jumlah daun yang lebih sedikit, dan daun yang kecil dibandingkan dengan kontrol (Sourour *et al.*, 2014).

Induksi poliploid yang menghasilkan perbedaan jumlah kromosom yang tidak melibatkan keseluruhan set kromosom (sebagian saja) disebut dengan aneuploid. Salah satu aneuploid ialah monosomik, yaitu organisme diploid yang satu kromosomnya hilang ($2n - 1$) (Stansfield, 1969). Pada tanaman kapas, perubahan kromosom menjadi monosomik menghasilkan batang tipis, ruas batang pendek dan daun kecil (Sanamyan *et al.*, 2010).