

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1. Jarak Pagar (*Jatropha curcas* L.)

Tanaman jarak pagar merupakan tanaman perdu yang berasal dari Meksiko, Amerika Tengah dan mulai ditanam di Indonesia semenjak jaman penjajahan Jepang, yaitu tahun 1942 untuk digunakan sebagai bahan bakar kendaraan perang milik Jepang. Klasifikasi botani tanaman jarak pagar adalah sebagai berikut :

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i>
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i>
Ordo	: <i>Euphorbiales</i>
Famili	: <i>Euphorbiaceae</i>
Genus	: <i>Jatropha</i>
Spesies	: <i>Jatropha curcas</i> Linn.

Jarak pagar dapat tumbuh pada ketinggian 0 – 1.700 meter diatas permukaan laut (mdpl) dengan curah hujan 200 - 2.000 mm/tahun, suhu 11 – 38°C, dapat tumbuh pada semua jenis tanah baik tanah yang berbatu, berpasir, berliat maupun pada lahan tererosi dan dapat beradaptasi di lahan marginal (Mulyani dkk., 2006). Jarak pagar merupakan tanaman yang tahan kekeringan, mampu tumbuh cepat dan dapat digunakan untuk mereklamasi lahan yang tererosi (Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, 2006).

Tanaman jarak pagar dapat tumbuh tinggi hingga mencapai 7 m, batangnya berkayu berbentuk silindris dan apabila terluka mengeluarkan getah. Percabangan tanaman jarak pagar tidak teratur (Nurbaiti, 2007). Daun jarak pagar merupakan daun tunggal berwarna hijau dengan bentuk melekuk bersudut 3 atau 5 dan mempunyai tulang daun menjari dengan 5 – 7 tulang utama. Panjang tangkai daun antara 4 – 15 cm. Bunga merupakan bunga majemuk berbentuk malai dan berumah satu, berwarna kuning kehijauan. Bunga jantan dan betina tersusun dalam rangkai berbentuk cawan dan muncul di ketiak daun. Buah berbentuk bulat telur dengan diameter 2 - 4 cm. Buah jarak pagar memiliki 3 ruang yang setiap ruang berisi 1 biji jarak pagar. Buah jarak pagar berwarna hijau ketika muda, apabila matang berwarna kuning dan berwarna abu-abu kecoklatan atau kehitaman apabila terlalu masak (Santoso dan Parwata, 2013). Biji jarak pagar berbentuk bulat lonjong berwarna coklat kehitaman dan mengandung minyak randemen sekitar 30 – 40% (Hambali dkk., 2006). Biji jarak pagar mempunyai berat sekitar 0,5 – 0,7 gram dengan panjang 1 -2 cm serta mengandung kadar air 6,62%, protein 18,2%, lemak 38% dan karbohidrat 38%. Kandungan minyak dalam biji (*whole seed*) jarak pagar sekitar 30 – 40%, sedangkan dari daging bijinya (*kernel*) 40 – 50%. Minyak jarak pagar adalah trigliserida yang tersusun oleh asam lemak palmitat (14,1%), stearat (6,8%), oleat (38,6%), linoleat (36%) dan asam-asam lemak lainnya (4,5%) (Harimurti dan Sumangat, 2011).

Minyak jarak pagar apabila diolah lebih lanjut dapat dimanfaatkan menjadi biodiesel, biogasoline dan bahan pembuat sabun. Minyak jarak pagar juga dapat digunakan sebagai pereda rasa sakit akibat penyakit asam urat dengan cara

dioleskan ke bagian tubuh yang sakit (Widaryanto, 2009). Jarak pagar juga dapat dimanfaatkan sebagai biopestisida untuk mengendalikan hama pada tanaman kapas, jagung dan sorgum. Minyak jarak pagar juga dapat dimanfaatkan sebagai molukasida untuk mengendalikan keong emas (Nurbaiti, 2007).

## **2.2. Kemunduran Mutu atau Deteriorasi Benih**

Benih rentan mengalami deteriorasi atau kemunduran mutu benih selama periode penyimpanan. Kerusakan mutu benih dimulai segera setelah masak fisiologis, tercermin dari menurunnya viabilitas dan vigor benih. Lama simpan benih berpengaruh terhadap kualitas benih sehingga dapat berakibat pada kualitas pertumbuhan tanaman (Copeland dan McDonald, 2001). Kemunduran mutu benih merupakan proses perubahan yang terjadi dalam benih yang mengarah pada kematian benih. Benih yang telah mengalami penyimpanan memiliki viabilitas dan vigor yang lebih rendah daripada benih baru. Benih jarak pagar berkualitas baik memiliki daya kecambah sebesar 80% (Perwitasari, 2006). Benih jarak pagar yang disimpan selama 6 bulan pada suhu ruang atau 27°C mempunyai viabilitas dibawah 80% (Herwindo, 2012) dan viabilitasnya menurun sampai di bawah 50% selama 15 bulan penyimpanan (Santoso dkk., 2012).

Tingginya kandungan lemak dan protein pada benih jarak pagar dapat mempercepat terjadinya deteriorasi atau kemunduran mutu benih. Benih jarak pagar merupakan benih ortodoks yang dapat disimpan pada kadar air rendah dan toleran terhadap suhu rendah, tetapi karena kandungan minyaknya yang tinggi, benih jarak pagar tidak dapat disimpan lama tanpa perlakuan khusus (Hasnam dan

Mahmud, 2006). Benih jarak pagar dapat disimpan lama pada kadar air 2-6% dengan suhu penyimpanan rendah 0-4°C, kadar air maksimal untuk penyimpanan benih dengan kandungan minyak tinggi adalah 6-8% (Duong dkk., 2013).

Deteriorasi benih disebabkan oleh aktivitas metabolisme benih seperti respirasi dan oksidasi lemak yang dapat merusak membran sel (Sari dkk., 2013). Turunnya viabilitas dan vigor benih selama penyimpanan diakibatkan oleh perombakan bahan makanan sehingga menyebabkan benih kekurangan mineral, cadangan makanan dan meningkatkan sintesis protein (Halimursyadah, 2012). Terkurusnya cadangan makanan di jaringan meristem menyebabkan benih tidak mampu berkecambah (Parwati, 2007). Laju respirasi yang terus menerus menyebabkan benih kehabisan cadangan makanan pada benih, kerusakan membran dan dapat mengakumulasi bahan toksin yang merusak benih (Rohandi dan Widyani, 2010). Perombakan cadangan makanan dalam kotiledon yang digunakan untuk cadangan energi dalam proses pertumbuhan benih menyebabkan cadangan makanan berkurang dan mengakibatkan peningkatan pembentukan asam lemak bebas yang dapat menyebabkan presentase vigor benih, tinggi bibit dan jumlah daun menurun (Maemunah dan Adelina, 2009).

Benih jarak pagar memiliki periode viabilitas yang pendek yaitu kurang dari 6 bulan, selama penyimpanan benih jarak pagar tetap aktif bermetabolisme meskipun dalam keadaan terbatasnya air dan cadangan makanan pada benih sehingga benih yang disimpan lama akan menunjukkan jumlah pati dan protein yang larut berkurang dan benih menjadi keriput (Moncaleano-Escandon dkk., 2013). Konsentrasi gula yang semakin berkurang menyebabkan terjadinya

glikolisis protein dan peroksidasi lemak yang dapat meningkatkan terjadinya kebocoran elektrolit dan akibatnya embrio menjadi rusak (Surahman dkk., 2012).

Semakin lama benih disimpan maka nilai daya hantar listrik semakin meningkat (Fitriningtyas, 2008). Kebocoran membran sel akibat deteriorasi meningkatkan daya hantar listrik benih dan menyebabkan penurunan vigor benih (Umar, 2012). Peningkatan daya hantar listrik benih diakibatkan oleh kebocoran benih yang tinggi menyebabkan kerusakan membran sehingga menghambat proses inhibisi dan menyebabkan disfungsi mitokondria (Tatipata, 2008). Peroksidasi lemak melalui radikal bebas menyerang struktur dan molekul penting dalam sel seperti mitokondria, enzim dan membran sehingga menyebabkan perubahan struktur sel yang dapat mengakibatkan sel kehilangan fungsinya dan menurunkan mutu benih (Ahmed dkk., 2009). Kandungan minyak jarak pagar yang tinggi menghasilkan asam lemak bebas dan terurai yang dapat merusak fungsi enzim dalam proses metabolisme sehingga benih yang disimpan lama akan mengalami kemunduran (Indriana, 2016). Semakin lama penyimpanan benih jarak pagar akan menurunkan kandungan minyak dalam benih akibat proses penuaan yang menyebabkan oksidasi lemak (Santoso dkk., 2012).

### **2.3. Invigorasi Benih**

Invigorasi benih adalah salah satu alternatif untuk mengatasi mutu benih yang rendah dengan cara memperlakukan benih sebelum ditanam (Rusmin, 2004). Invigorasi benih merupakan upaya perbaikan fisiologis dan biokimia yang berhubungan dengan kecepatan, keserempakan berkecambah, perbaikan serta

peningkatan kemampuan berkecambah benih (Sutariati dkk., 2014). Invigorasi benih dilakukan untuk meningkatkan vigor benih yang rendah akibat penyimpanan benih (Li dkk., 2012).

Invigorasi benih dapat dilakukan dengan menggunakan media matriks rendah (*matricconditioning*), penggunaan zat pengatur tumbuhan (ZPT), agen hayati, *priming*, *osmoconditioning*, *moisturizing* (Maemunah dan Adelina, 2009). Invigorasi benih menggunakan ZPT biasanya dilakukan dengan melakukan perendaman benih pada larutan ZPT. Invigorasi menggunakan ZPT dapat meningkatkan aktivitas perombakan bahan organik dalam benih sehingga cadangan makanan untuk perkecambahan tersedia dan dapat digunakan untuk perkembangan embrio dibanding benih tanpa invigorasi dan embrio dapat lebih cepat memanfaatkan faktor pendukung perkecambahan seperti air dan oksigen (Maemunah dan Adelina, 2009).

#### **2.4. Zat Pengatur Tumbuh**

Zat pengatur tumbuh (ZPT) adalah senyawa bukan hara yang dalam jumlah sedikit dapat mendukung, menghambat dan mengubah proses fisiologis tanaman (Maemunah dan Adelina, 2009). Proses fisiologis yang dipengaruhi utamanya adalah proses pertumbuhan, differensiasi dan perkembangan tanaman. Zat pengatur tumbuh yang dibutuhkan oleh tanaman adalah auksin, sitokinin, giberelin, asam absisat dan etilen. ZPT yang sering digunakan dalam invigorasi benih adalah giberelin dan auksin.

Giberelin berperan dalam pembentangan dan pembelahan sel, pemecahan dormansi benih, mobilisasi endosperm selama pertumbuhan awal embrio, pemecahan dormansi tunas, pertumbuhan dan memperpanjang batang (Asra dan Ubaidillah, 2012). Fungsi giberelin dalam proses metabolisme benih adalah mengaktifkan enzim amilase untuk merombak polisakarida (pati) menjadi monosakarida (glukosa) sebagai sumber energi untuk proses perkecambahan benih untuk tumbuh menjadi kecambah normal (Suwarno dkk., 2014). Penambahan giberelin bertujuan untuk meningkatkan jumlah giberelin yang di dalam benih sehingga aktivitas dan ketersediaan enzim  $\alpha$ -amilase meningkat dan memicu proses perkecambahan (Asra, 2014). Selama proses perkecambahan, embrio yang sedang berkembang melepaskan giberelin ke lapisan aleuron dan menyebabkan terjadinya transkripsi gen penanda enzim hidrolitik seperti  $\alpha$ -amilase yang berperan dalam hidrolisis pati dan protein sebagai sumber makanan bagi perkembangan embrio. Giberelin membantu dalam mendorong proses penyerapan air oleh benih sehingga dapat mempercepat perkecambahan (Polhaupessy, 2014).

Penambahan giberelin mampu memacu aktivitas auksin sehingga terjadi pemanjangan sel akibat pelunakan dinding sel primer sehingga terjadi perkecambahan (Dewi dkk., 2013). Giberelin melenturkan dinding sel dan menaikkan tekanan osmotik sehingga sel menjadi lebih besar dan meningkatkan terjadinya pembelahan sel (Arda dkk., 2014). Giberelin merangsang aktivitas pembesaran sel sehingga dapat mempercepat tumbuhnya batang dan daun pada tanaman (Asra, 2014). Penambahan giberelin dapat meningkatkan pertambahan

panjang tanaman dengan cara meningkatkan aktivitas pembelahan sel di bawah meristem pucuk. Giberelin menyebabkan peningkatan perpanjangan ruas dan meningkatkan tinggi tanaman sehingga bobot kering tanaman meningkat (Sari dkk., 2014).

Zat pengatur tumbuh termasuk auksin dan giberelin berfungsi sebagai perangsang pertumbuhan (promotor) apabila diberikan dalam dosis yang rendah, tetapi apabila diberikan pada dosis yang tinggi dapat menghambat proses perkecambahan (Copeland dan Mc Donald, 2001). Perendaman benih dalam larutan giberelin 75 ppm menyebabkan turunnya daya kecambah dan kecepatan berkecambah benih (Arda dkk., 2014). Benih yang direndam dalam larutan giberelin 150 ppm memiliki daya kecambah lebih rendah dibandingkan dengan benih yang direndam dalam larutan tanpa ZPT karena pemberian girberelin yang berlebihan akan menjadi penghambat atau inhibitor dalam proses perkecambahan tanaman (Sari dkk., 2014). Daya kecambah benih menurun setelah direndam menggunakan larutan giberelin dan auksin 100 ppm (Soyler dan Khawar). Penambahan giberelin dalam konsentrasi tinggi akan membentuk senyawa baru berupa giberelin glikosida yang merupakan senyawa tidak aktif dan tidak dapat digunakan dalam pertumbuhan sehingga dapat menyebabkan pertumbuhan yang tidak normal (Khrisnamoorthy, 1981).

Auksin berperan dalam meningkatkan perkembangan sel, meningkatkan aktivitas sel, mendorong inisiasi akar dan mempercepat pembentukan akar (Djamhuri, 2011). Salah satu jenis auksin yang sering digunakan adalah NAA (*Naphtalene Acetic Acid*). NAA merupakan auksin buatan memiliki sifat



translokasi yang lambat dan persistensi yang tinggi. NAA mempunyai sifat yang lebih stabil dan aktif serta tidak dapat dirusak oleh enzim lainnya sehingga dapat bertahan lebih lama (Salisbury dan Ros, 1992).

Auksin merupakan salah satu hormon yang dibutuhkan dalam perkecambahan dan pertumbuhan tanaman. Auksin meningkatkan permeabilitas membran dan meningkatkan sintesis enzim hidrolisis sehingga akumulasi aktivitas enzim dan meningkatnya kandungan air dapat mempercepat perkecambahan (Ali, 2007). Auksin berperan dalam pembesaran dan pemanjangan sel-sel akar dan batang serta meningkatkan penyerapan air oleh benih, sedangkan giberelin aktif kembali setelah benih turgid dan membantu dalam proses perombakan pati dan protein (Maemunah dan Adelina, 2009). Pemberian auksin eksogen dapat mempengaruhi hormon-hormon perkecambahan benih yang terdapat dalam benih seperti auksin, giberelin dan sitokinin yang akan mempengaruhi aktivitas enzim secara katalitik maupun sintetik sehingga perkecambahan benih dapat dipercepat (Mareza dkk., 2007). Auksin dalam konsentrasi rendah mempengaruhi kerja enzim  $\alpha$ -amilase dalam meningkatkan kadar amilosa, sedangkan pada konsentrasi tinggi akan menghambat kerja enzim  $\alpha$ -amilase sehingga kadar amilosa menurun dan mengakibatkan berkurangnya energi untuk perkecambahan sehingga benih tidak berkecambah atau perkecambahan menjadi tidak normal (Yursida dkk., 2008).

Pemberian zat pengatur tumbuh giberelin dan auksin mampu meningkatkan kecepatan tumbuh benih dan perkecambahan benih dengan melunakkan kulit benih dan perbedaan tekanan osmotik akibat perendaman benih dalam ZPT (Rashid dkk., 2014). Kombinasi giberelin dan auksin dapat memacu pertumbuhan

kecambah maupun pertumbuhan awal bibit walaupun vigor benih telah menurun setelah disimpan (Sukowardojo, 2013). Giberelin dan auksin memudahkan masuknya oksigen dari udara ke embrio sehingga dapat meningkatkan perkecambahan benih (Soyler dan Khawar, 2007). Auksin dapat meningkatkan distribusi dan penyerapan air pada tanaman dan aktivitas fotosintesis sehingga dapat menghasilkan kecambah yang lebih berat, batang yang lebih panjang dan lebar serta akar yang lebih panjang (Abdelgadir dkk., 2012). Penggunaan NAA untuk invigorasasi mampu meningkatkan daya kecambah benih, tetapi dalam konsentrasi yang tinggi akan menghambat kemampuan berkecambah benih (Pickens, 2003). Pemberian auksin eksogen justru menghambat pertumbuhan daun dari ibu tulang daun sehingga daun sulit untuk tumbuh (Wijayati dkk., 2005).

Pertumbuhan tanaman dan kinerja hormon dalam tanaman dipengaruhi oleh faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal yang mempengaruhi pertumbuhan diantaranya mencakup sifat genetik dan daya tumbuh benih. Setiap benih memiliki kemampuan untuk tumbuh masing-masing (Danapriatna, 2007). Faktor eksternal yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman adalah lingkungan tumbuh tanaman. Lingkungan yang tidak mendukung akan menghambat pertumbuhan. Faktor lingkungan yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman adalah iradiasi, ketersediaan nutrisi, temperatur, kadar air tanah, salinitas, pergerakan angin hingga konsentrasi CO<sub>2</sub> di udara (Lambers dkk., 2008).