

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Morfologi *Acacia mangium* Willd

*Acacia mangium* Willd. merupakan salah satu jenis tanaman cepat tumbuh (*fast growing species*) dan mudah tumbuh (*adaptive*) pada kondisi lahan yang rendah tingkat kesuburannya. Tanaman ini termasuk ke dalam sub famili *Mimosoideae* dan famili *Leguminosae*. Jenis ini tersebar secara alami di Australia, Papua Nugini, Maluku, Papua bagian utara dan Papua bagian selatan.

*A. mangium* dapat tumbuh pada lahan dengan pH rendah yaitu 4,5. Tumbuh pada ketinggian 30-130 mdpl dengan curah hujan yang bervariasi antara 1000-4500 mm/tahun dan merupakan jenis yang sesuai ditanam di daerah terbuka (jenis intoleran) (Hania, 2011).

Di tempat tumbuh yang tidak mendukung, *A. mangium* bisa menyerupai semak besar atau pohon kecil dengan tinggi rata-rata antara 7 sampai 10 m (Turnbull 1986). Batang pohonnya beralur memanjang. Pohon yang masih muda umumnya berkulit mulus dan berwarna kehijauan; celah-celah pada kulit mulai terlihat pada umur 2–3 tahun. Pohon yang tua biasanya berkulit kasar, keras, bercelah dekat pangkal, dan berwarna coklat sampai coklat tua (Hall dkk. 1980).

Anakan *A. mangium* yang baru berkecambah memiliki daun majemuk yang terdiri dari banyak anak daun. Meskipun demikian, setelah beberapa minggu daun majemuk ini tidak lagi terbentuk melainkan tangkai daun dan sumbu utama.

Setiap daun majemuk tumbuh melebar dan berubah menjadi *phyllode*. *Phyllode* ini berbentuk sederhana dengan tulang daun paralel, dan bisa mencapai panjang 25 cm dan lebar 10 cm. Bunga *A. mangium* tersusun dari banyak bunga kecil berwarna putih atau krem seperti paku. Pada saat mekar, bunga menyerupai sikat botol (Turnbull 1986) dengan aroma yang agak harum. Setelah pembuahan, bunga berkembang menjadi polong-polong hijau yang kemudian berubah menjadi buah masak berwarna coklat gelap (National Research Council 1983).

Gambar bagian *A. mangium* yang terdapat batang, bunga dan biji *A. mangium* dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.



Gambar 2.1. (a) batang (b) daun, (c) bunga dan (d) biji *A. mangium*

Bijinya berwarna hitam mengilap dengan bentuk bervariasi dari longitudinal, elips, dan oval sampai lonjong berukuran 3–5 mm × 2–3 mm. Biji melekat pada polong dengan tangkai yang berwarna oranye-merah.

*A. mangium* dapat beradaptasi dengan baik pada berbagai jenis tanah dan kondisi lingkungan. Mangium dapat tumbuh cepat di lokasi dengan level nutrisi tanah yang rendah, bahkan pada tanah-tanah asam dan terdegradasi (National Research Council 1983). Jenis ini tumbuh baik pada tanah laterit, yaitu tanah dengan kandungan oksida besi dan aluminium yang tinggi (Otsamo 2002). Meskipun demikian, jenis ini tidak toleran terhadap naungan dan lingkungan salin (asin). Di bawah naungan, mangium akan tumbuh kerdil dan kurus (National Research Council 1983). Jenis ini merupakan jenis pionir yang dapat meregenerasi secara alami di lokasi yang sudah terganggu. Gunn dan Midgley (1991) melaporkan bahwa mangium tumbuh secara melimpah di hutan-hutan pasca terjadinya gangguan, di sepanjang jalan dan bekas-bekas peladangan berpindah di Indonesia dan Papua Nugini.

Jenis mangium biasanya ditemukan di daerah dataran rendah beriklim tropis yang dicirikan oleh periode kering yang pendek selama 4 bulan. Jenis ini

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

② dapat tumbuh pada ketinggian di atas permukaan laut sampai ketinggian 480 m. Meskipun demikian, mangium dapat tumbuh pada ketinggian hingga 800 m. Jumlah curah hujan tahunan di areal tumbuhnya mangium bervariasi dari 1.000 mm sampai lebih dari 4.500 mm dengan rata-rata curah hujan tahunan antara 1.446 dan 2.970 mm. Di habitat alaminya, suhu minimum rata-rata berkisar 12–16 °C dan suhu maksimum rata-rata sekitar 31–34 °C (National Research Council 1983). Jenis ini tidak tumbuh terus menerus sepanjang tahun; pertumbuhan tampak lambat atau berhenti sebagai respons terhadap kombinasi curah hujan yang rendah dan suhu yang dingin (Turnbull 1986). Mangium bisa mengalami kematian jika terkena kekeringan yang parah atau musim dingin yang berkepanjangan. Pan dan Yang (1987) melaporkan angka kematian yang tinggi pada mangium berumur 5 tahun setelah mengalami periode waktu dengan suhu rendah (sekitar 5–6 °C) disertai dengan hujan dingin yang lama.

## 2.2. Benih

Benih adalah bagian tanaman yang digunakan untuk memperbanyak atau perkembangbiakan baik berupa biji ataupun bagian tanaman lainnya. Benih berkualitas meliputi kualitas fisik, fisiologis dan genetik. Kualitas fisik mencakup ukuran, berat dan penampilan visual benih. Kualitas fisiologis menggambarkan kemampuan berkecambah dan vigor benih. Sedangkan kualitas genetik mencerminkan sifat-sifat unggul yang diwariskan oleh tanaman induknya yang berhubungan dengan pertumbuhan dan penampilan tegakan di lapangan. Kualitas genetik sangat ditentukan oleh kondisi sumber benihnya. Dari kondisi sumber benih yang telah terseleksi atau teruji dimungkinkan diperolehnya kemajuan genetik yang akan mempengaruhi produktivitas tegakan pada akhir daur (Nurhasybi *et al.*, 2006).

Benih *A.mangium* termasuk salah satu benih yang cukup keras. Sehingga diperlukannya pemeliharaan yang intensif agar benih dapat berkecambah. Secara umum ada dua faktor yang dapat mempengaruhi perkecambahan suatu benih, yaitu faktor dari benih itu sendiri dan faktor lingkungan. Faktor dari benih itu sendiri meliputi tingkat kematangan benih, ukuran benih, dan dormansi benih, sedangkan faktor lingkungan meliputi air, suhu, udara, dan cahaya.

## 1. Kematangan benih

Daya berkecambah benih erat hubungannya dengan tingkat kematangan benih. Daya berkecambah benih akan meningkat dengan bertambah matangnya benih dan mencapai perkecambahan maksimum jauh sebelum masak fisiologis atau bobot kering maksimum tercapai. Sampai masak fisiologis tercapai, perkecambahan maksimum (100%) ini konstan, tetapi sesudah itu akan menurun dengan kecepatan yang sesuai dengan keadaan yang tidak menguntungkan di lapangan. Semakin keadaan di lapangan tidak menguntungkan maka semakin cepat penurunan daya kecambah benih.

## 2. Ukuran benih

Ukuran benih meningkat sejak saat pembuahan sampai mencapai maksimum pada kadar air benih cukup tinggi, 40 % pada sorgum dan 80 % pada kapas. Ukuran maksimum ini terjadi sebelum benih mencapai masak fisiologis. Setelah ukuran maksimum tercapai, ukuran benih sedikit berkurang karena benih mengering. Dalam keadaan seperti ini tentunya akan berpengaruh juga terhadap daya berkecambahnya.

## 3. Dormansi

Benih dikatakan dorman apabila benih tersebut sebenarnya hidup tetapi tidak berkecambah walaupun diletakkan pada keadaan yang secara umum dianggap telah memenuhi persyaratan bagi suatu perkecambahan. Dormansi pada benih dapat berlangsung selama beberapa hari, semusim, bahkan sampai beberapa tahun tergantung pada jenis tanaman dan tipe dari dormansinya. Perkecambahan tidak akan terjadi selama benih belum melalui masa dormansinya, atau sebelum dikenakan suatu perlakuan khusus terhadap benih tersebut. Dormansi dapat dipandang sebagai salah satu keuntungan biologis dari benih dalam mengadaptasikan siklus pertumbuhan tanaman terhadap keadaan lingkungannya, baik musim maupun variasi-variasi yang kebetulan terjadi sehingga secara tidak langsung benih dapat menghindarkan dirinya dari kemusnahan alam.

## 4. Air

Air merupakan kebutuhan dasar yang utama untuk perkecambahan. Kebutuhan air berbeda-beda bergantung dari spesies tanaman. Beberapa benih dapat bertahan pada kondisi air yang berlebihan, di lain pihak ada jenis benih

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

tertentu yang peka terhadap air. Fungsi air ialah untuk (1) melunakkan kulit benih sehingga embrio dan endosperma membengkak yang menyebabkan retaknya kulit benih, (2) memungkinkan pertukaran gas sehingga suplai oksigen ke dalam benih terjadi, (3) mengencerkan protoplasma sehingga terjadi proses-proses metabolisme di dalam benih, dan (4) mentranslokasikan cadangan makanan ke titik tumbuh yang memerlukan.

## 5. Suhu

Suhu bukan merupakan kebutuhan kritis seperti halnya air. Pengaruh suhu terhadap perkecambahan benih dapat dicerminkan melalui suhu kardinal, yaitu suhu minimum, optimum, dan maksimum dimana perkecambahan dapat terjadi. Suhu minimum yaitu suhu terendah di mana perkecambahan dapat terjadi, suhu di bawah suhu tersebut tidak memungkinkan perkecambahan terjadi. Suhu optimum yaitu suhu di mana perkecambahan tertinggi dicapai pada periode terpendek. Suhu maksimum yaitu suhu tertinggi di mana perkecambahan dapat terjadi, di atas suhu tersebut tidak terjadi perkecambahan karena merupakan batas ambang kritis benih tidak dapat hidup (mati).

Secara umum mekanisme pengaruh suhu di bawah suhu minimum terhadap perkecambahan benih belum diketahui akan tetapi beberapa pakar mengemukakan bahwa suhu rendah pada benih yang tidak toleran menyebabkan bocornya membran mitokondria dan organel-organel sub seluler lainnya sehingga berpengaruh terhadap proses metabolisme dengan jalan mengubah sifat membran.

## 6. Oksigen

Proses respirasi membutuhkan oksigen. Pada umumnya udara mengandung 20% oksigen, 0,03% karbondioksida, dan 78% nitrogen. Walaupun komposisi gas di udara telah memenuhi syarat untuk perkecambahan hampir seluruh spesies tanaman, tetapi ada beberapa benih yang tanggap terhadap peningkatan konsentrasi oksigen. Bila konsentrasi oksigen kurang dari 20%, perkecambahan akan terhambat kecuali pada benih padi serta beberapa benih tanaman air dan beberapa spesies rumput. Pengaruh gas karbondioksida terhadap perkecambahan benih berbeda dengan oksigen. Hampir semua benih terhambat perkecambahannya bila konsentrasi karbondioksida lebih dari 0,03%. Untuk

beberapa spesies tertentu, peningkatan konsentrasi karbondioksida ruang simpan dapat mempertahankan viabilitas benih.

## 7. Cahaya

Cahaya pada beberapa benih juga merupakan faktor pembatas untuk perkecambahan. Namun pada hampir semua benih tanaman, perkecambahan sama baiknya dengan cahaya maupun tanpa cahaya. Pada umumnya kualitas cahaya terbaik untuk perkecambahan benih yang dinyatakan dengan panjang gelombang berkisar antara 660 nm – 700 nm, yaitu cahaya merah. Pada daerah yang lebih tinggi dari 700 nm (daerah cahaya infra merah) perkecambahan tidak terjadi, demikian pula pada daerah kurang dari 440 nm (daerah cahaya biru). Pengaruh cahaya hanya terjadi pada benih yang lembab. Pada benih dengan kadar air rendah, pengaruh cahaya relatif tidak ada terhadap perkecambahan. Hal ini disebabkan karena fitokrom, yaitu pigmen penyerap cahaya, tidak aktif pada benih berkadar air rendah.

Proses perkecambahan benih secara fisiologis yang terjadi selama perkecambahan benih ialah: (1) imbibisi, (2) pengaktifan enzim dan hormon, (3) proses perombakan cadangan makanan, (4) pertumbuhan awal dari embrio, (5) pecahnya kulit benih dan munculnya akar, dan (6) pertumbuhan kecambah (Gardner *et al.*, 1991).

### 1. Imbibisi

Imbibisi air dalam proses perkecambahan benih merupakan suatu fase yang disebut sebagai langkah awakening yang berhubungan dengan tiga peristiwa, yaitu penyerapan air secara cepat oleh lapisan bikoloid dari benih yang kering, reaktivasi dari makromolekul dan organel-organel, dan respirasi yang menghasilkan ATP untuk suplai energi.

Proses imbibisi adalah suatu proses difusi atau dapat pula disebut proses osmosis atau absorpsi. Disebut difusi karena pada sel benih kering yang mempunyai nilai tekanan osmosis yang tinggi menyebabkan air bergerak dari tekanan yang rendah ke tekanan yang tinggi. Disebut peristiwa osmosis atau absorpsi karena dinding sel kulit benih permeabel terhadap molekul-molekul air. Kedudukan molekul-molekul air yang akhirnya mengisi ruang-ruang antarmolekul dan ruang antarmisel dari benih dapat disebut sebagai proses

#### Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

absorpsi. Selama proses imbibisi, terjadi proses hidrasi dari koloid-koloid hidrofil yang berakibat bertambahnya volume dan timbulnya tekanan imbibisi. Tekanan ini merupakan kekuatan yang diperlukan untuk melindungi benih dari pembengkakan selama hidrasi. Akibat dari tekanan ini terjadi keretakan pada bagian kulit benih, mendesak bagian tanah tempat benih berkecambah dan selanjutnya mengatur masuknya air ke dalam benih selama proses perkecambahan. Peristiwa ini merupakan proses fisik yang tidak ada kaitannya dengan viabilitas benih, jadi tidak dipengaruhi oleh viabilitas benih tetapi dipengaruhi oleh permeabilitas kulit benih, komposisi kimia benih, ketersediaan air baik dalam bentuk cair maupun uap di sekitar benih, suhu, luas permukaan benih yang berhubungan dengan air, dan konsentrasi air.

#### 2. Pengaktifan enzim dan hormon

Pada benih kering, aktivitas metabolismenya kurang. Hal ini dapat dibuktikan pada benih kering yang telah dihancurkan, bila dimasukkan ke dalam medium lain yang sesuai, akan mampu menunjukkan adanya aktivitas beberapa enzim. Reaksi ini diawali dengan proses hidrasi pada protein sehingga terjadi aktivitas biologi yang menyebabkan perubahan komposisi kimia pada semua bagian benih. Hormon giberelin pada benih kering terdapat dalam bentuk terikat dan tidak aktif, kemudian akan menjadi aktif setelah benih mengimbibisi air, yaitu mendorong pembentukan enzim-enzim hidrolisis seperti  $\alpha$ -amilase, protease, ribonuklease,  $\beta$ -glukonase, dan fosfatase. Enzim-enzim ini akan berdifusi ke dalam endosperma dan mengkatalisis bahan makanan cadangan di dalam endosperma menjadi gula, asam amino, dan nukleosida yang mendukung tumbuhnya embrio selama perkecambahan dan pertumbuhan kecambah.

#### 3. Perombakan cadangan makanan

Setelah masuknya air ke dalam benih terjadi reaktivasi enzim dan hormone, maka berlangsunglah proses perombakan di dalam jaringan cadangan makanan. Pada sereal (misalnya jagung), enzim-enzim hidrolisis dibentuk pada stadium dini pada lapisan aleuron yang mengelilingi jaringan endosperma. Hasil perombakan selanjutnya dipindahkan ke poros embrio yang digunakan untuk perkembangannya. Dalam hal ini skutelum berperan aktif membantu pemindahan bahan-bahan hasil perombakan cadangan makanan dari endosperma ke embrio.

Selain itu, skutelum mengeluarkan sejumlah enzim yang berperan membantu pencernaan endosperma dan dinding sel.

#### 4. Pertumbuhan awal dari embrio

Pada benih, 12 jam setelah dikecambahkan terjadi pertumbuhan awal embrio yaitu dengan membesarnya koleoriza dan radikel. Setelah 20 jam terjadi pemecahan kulit benih diikuti dengan pemunculan radikel. Setelah 24-48 jam imbibisi, perombakan komposisi kimia terjadi sehingga benih kehilangan bobot kering. Penurunan bobot kering terbesar pada endosperma terjadi setelah 72 jam. Kehilangan bobot kering pada awal perkecambahan ternyata disebabkan oleh kehilangan sebagian karbohidrat dan lemak tetapi dilain pihak terjadi peningkatan karbohidrat terlarut, sedangkan perubahan kandungan nitrogen pada berbagai komponen benih sampai munculnya radikel tidak begitu besar. Setelah radikel muncul terjadi redistribusi metabolit yang cepat dari endosperma ke skutelum, aleuron, dan embrio. Metabolit-metabolit ini berasal dari perombakan pati, lemak, protein, fitin menjadi gula, asam lemak, asam amino, dan ion-ion fosfat, kalsium, magnesium, dan kalium yang dipindahkan ke embrio untuk mendukung tumbuhnya kecambah.

#### 5. Pecahnya kulit benih dan munculnya radikel

Pecahnya kulit benih dan munculnya radikel menunjukkan bahwa proses perkecambahan sudah berlangsung secara lengkap. Munculnya akar terjadi akibat adanya pemanjangan sel yang selanjutnya diikuti dengan pembelahan sel.

Pada umumnya pada hampir semua benih terjadi pemanjangan sel terlebih dahulu yang kemudian diikuti pembelahan sel. Proses pemanjangan sel terjadi dalam dua fase. Pada fase pertama, pemanjangan sel radikel terjadi tanpa penambahan bobot keringnya dan hanya sedikit penambahan bobot basah. Fase ini menunjukkan aktivitas sel dalam pembentukan dinding sel baru selama proses pemanjangan. Pada fase kedua, pemanjangan radikel secara cepat meningkatkan bobot basah maupun bobot kering diiringi oleh mobilisasi nutrisi ke dalam radikel. Kejadian ini menyebabkan munculnya radikel dan benih berubah dari organisme yang autotrof menjadi heterotrof.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

## 6. Pertumbuhan kecambah

Menurut Sutopo (2010), proses perkecambahan benih merupakan suatu rangkaian kompleks dari perubahan- perubahan morfologi, fisiologi dan biokimia. Tahap pertama suatu perkecambahan benih dimulai dengan proses penyerapan air oleh benih, melunaknya kulit benih dan hidrasi dari protoplasma. Tahap kedua dimulai dengan kegiatan- kegiatan sel dan enzim- enzim serta naiknya tingkat respirasi benih. Tahap ketiga merupakan tahap dimana terjadi penguraian bahan- bahan seperti karbohidrat, lemak dan protein menjadi bentuk- bentuk yang melarut dan ditranslokasikan ke titik - titik tumbuh. Tahap keempat adalah asimilasi dari bahan- bahan yang telah diuraikan tadi di daerah meristematik untuk menghasilkan energi bagi kegiatan pembentukan komponen dan pertumbuhan sel - sel baru. Tahap kelima adalah pertumbuhan dari kecambah melalui proses pembelahan, pembesaran dan pembagian sel- sel pada titik- titik tumbuh. Sementara daun belum dapat berfungsi sebagai organ fotosintesa maka pertumbuhan kecambah sangat tergantung pada persediaan makanan yang ada dalam biji.

Penyerapan merupakan kondisi awal proses metabolisme yang mengarah pada penyelesaian proses perkecambahan. Walau demikian penyerapan merupakan proses fisik murni yang terjadi baik pada benih dorman atau tidak, viabel atau tidak, karena itu benih dorman atau mati dapat secara normal menyerap air tanpa menyebabkan perkecambahan. Secara fisik benih dorman tidak akan menyerap kecuali kulit benihnya dibuat permeable melalui perlakuan awal atau proses alami. Kecepatan penyerapan juga tergantung pada ukuran, morfologi dan struktur dalam benih dan suhunya. Benih kecil dan benih berkulit relatif halus cenderung lebih efisien dalam menyerap air. Kecepatan penyerapan juga meningkat dengan meningkatnya suhu. Setelah penyerapan selesai, benih mengalami fase penyerapan lambat, selama fase ini aktivitas metabolik mulai berlangsung. Benih dorman dan tidak dorman secara metabolik aktif, yakni aktivitas dehydrogenase, yakni enzim yang menjadi dasar uji viabilitas tetrazolium. Selama fase ini benih memindahkan cadangan makanan yang tersimpan seperti protein, pati dan enzim metabolik menjadi aktif. Karena proses metabolik memerlukan oksigen, kelebihan kelembaban dan kadar oksigen yang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

rendah disekitar benih dapat menghambat proses perkecambahan dan perkecambahan benih akan terlambat dan membusuk. Setelah fase masa proses yang berjalan lambat, benih memasuki pemanjangan dan mitosis sel pertama selagi menghasilkan penonjolan bakal akar, kemudian timbul epikotil, hipokotil dan kotiledon (Utomo, 2006)

### 2.3 Skarifikasi

Benih *A.mangium* yang disemai langsung akan lambat berkecambah, bahkan tidak berkecambah sama sekali walaupun media tanamnya sudah cocok. Hal ini disebabkan oleh masa dormansi benih, yaitu keadaan terbungkusnya lembaga biji oleh lapisan kulit. Dormansi merupakan cara embrio biji mempertahankan diri dari keadaan lingkungan yang tidak menguntungkan, tetapi berakibat lambatnya proses perkecambahan (Agromedia, 2007).

Perlakuan yang dapat digunakan untuk memecahkan tipe dormansi fisik menurut Sahupala (2007) adalah dengan teknik skarifikasi pada kulit benih yaitu dengan cara penusukan, penggoresan, pemecahan, atau pengikiran dengan bantuan pisau, jarum, kikir, kertas gosok, atau lainnya yang paling efektif untuk mengatasi dormansi fisik. Selain itu dapat juga dengan cara perendaman dengan air panas. Menurut Sutopo (2010), benih yang memiliki kulit keras biasanya mengalami dormansi dengan tipe dormansi fisik, dengan adanya pembatasan struktural pada perkecambahannya. Kulit yang keras merupakan penghalang terhadap masuknya air dan gas ke dalam benih tersebut. Pada penelitian Duval dan NeSmith (2000) mengatakan bahwa melukai benih atau membuang seluruh kulit benih yang menghambat terjadinya pertukaran gas akan meningkatkan perkecambahan dibandingkan biji tanpa dilukai.

### 2.4 Mutasi

Mutasi adalah perubahan pada materi genetik suatu organisme yang terjadi secara tiba-tiba, acak dan merupakan dasar bagi sumber variasi organisme hidup yang bersifat terwariskan (Van Harten, 1998). Peristiwa terjadinya mutasi disebut mutagenesis. Makhluk hidup yang mengalami mutasi disebut mutan dan faktor penyebab mutasi disebut mutagen.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar UIN Suska Riau.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin UIN Suska Riau.

Pada tanaman, induksi mutasi dapat diterapkan untuk memperoleh variasi baru yang bertujuan untuk perbaikan sifat genetik tanaman. Perbaikan sifat genetik suatu tanaman dapat dilakukan dengan cara konvensional maupun buatan. Mutasi secara buatan biasanya memakai suatu mutagen.

Terdapat dua jenis mutagen yang digunakan, yaitu mutagen kimia dan fisika. Pada tumbuhan, mutagen kimia yang biasa digunakan adalah ethyl methanesulfonate (EMS), diethyl sulfate (DES), methyl methanesulfonate (MMS), hydroxylamine, sodium azida dan sebagainya. Senyawa-senyawa tersebut menyebabkan mutasi titik (Soeranto, 2003). Senyawa lainnya seperti kolkisin, orizalin (Wan *et al.*, 1991) dan kafein (Samuels dan Staehelin, 1996) menyebabkan mutasi kromosom yaitu bertambahnya set kromosom. Mutagen fisika yang biasa digunakan adalah sinar gamma (Soedjono, 2003).

Berdasarkan tempat terjadinya mutasi dibedakan menjadi mutasi gen dan mutasi kromosom. Mutasi gen adalah perubahan urutan basa pada DNA yang mengakibatkan terjadinya perubahan kodon dan akhirnya merubah urutan asam amino pada polipeptida yang terbentuk. Mutasi kromosom adalah perubahan jumlah kromosom dan susunan atau urutan gen dalam kromosom (Brookes, 1998). Mutagen kimia yang menyebabkan mutasi kromosom antara lain: kolkisin, zat digitonin, *nitrous acids* dan *hidroksil-amina*.

Menurut Zhu *et al.* (2006), mutasi dapat terjadi secara spontan ataupun melalui induksi. Kedua mutasi tersebut dapat menimbulkan variasi genetik untuk dijadikan dasar seleksi tanaman, baik seleksi secara alami maupun buatan (pemuliaan). Teknik mutasi dalam bidang pemuliaan dapat meningkatkan keragaman genetik tanaman sehingga memungkinkan pemulia melakukan seleksi genotipe tanaman sesuai dengan tujuan pemuliaan yang dikehendaki (Al-Qurainy dan Khan, 2009). Teknik induksi mutasi sangat baik digunakan untuk tanaman yang mengalami masalah karena tidak tersedianya sumber tetua (*land race*) untuk hibridisasi. Induksi mutasi dapat terjadi secara alamiah atau melalui teknik kimia atau fisik. Induksi mutasi secara kimia atau fisik juga dapat memperluas keragaman genetik tanaman melalui perubahan susunan gen yang berasal dan tanaman itu sendiri. Mutasi spontan (alamiah) tidak mampu memberikan keragaman genetik secara cepat dan akurat. Oleh karena itu, metode untuk

©menginduksi mutasi merupakan masalah yang penting untuk diketahui dalam upaya perbaikan tanaman dan meningkatkan produktivitas tanaman (Ahloowalia dan Maluszynsky 2001).

Induksi mutasi dapat dilakukan pada tanaman dengan perlakuan mutagen tertentu terhadap biji, serbuk sari, kultur jaringan dan sebagainya (Mahandjiev *et al.*, 2001). Salah satu mutagen yang sering digunakan dalam penelitian tanaman dengan induksi mutasi adalah mutagen kimia *Ethyl Methane Sulfonate* (EMS) (Soeranto, 2003).

## 2.5 Mutagen *Ethyl Methane Sulfonate* (EMS)

*Ethyl Methane Sulphonate* (EMS) merupakan senyawa alkil yang dapat mengubah basa-basa DNA guanine menjadi 7-etilguanin yang berpasangan dengan timin (Chopra, 2005).

Menurut Alcantara (1996) mutagen EMS digunakan pada kisaran konsentrasi 0,5% sampai 1,5%. Penggunaan EMS dapat memicu terjadinya mutasi telah banyak dilaporkan, diantaranya untuk mendapatkan tanaman pisang yang toleran *banana bunchy top nanovirus* (Imelda *et al.*, 2000), peningkatan keragaman Abaka serta resistensinya terhadap *Fusarium* (Purwati *et al.*, 2007, Purwati *et al.*, 2008), serta tanaman paprika yang memiliki serbuk sari dan buah yang tahan penyakit busuk buah (Ashok *et al.*, 1995). Jabeen dan Mirza (2002), melakukan penelitian induksi mutasi dengan EMS pada tanaman cabai besar sehingga menghasilkan mutan-mutan tanaman yang kerdil dengan tingkat dewasa bervariasi dari lambat ke cepat. Dari hasil penelitian tersebut menyatakan bahwa EMS adalah suatu mutagen efektif dan dapat digunakan untuk menghasilkan mutan pada tanaman cabai.

Lethal Dosis 50 (LD50). LD50 adalah dosis yang menyebabkan kematian 50% dari populasi yang dimutagenkan. Umumnya mutasi yang diinginkan terletak pada kisaran LD50 atau lebih tepatnya pada dosis sedikit dibawah LD50 (Aisyah, 2006).