

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Klasifikasi

Kakao merupakan satu-satunya di antara 22 jenis marga *Theobroma*, suku Sterculiaceae yang diusahakan secara komersial. Menurut Tjitrosoepomo (1988) sistematika tanaman ini sebagai berikut :

Kingdom	: Plantae
Division	: Spermatophyta
Sub-division	: Angiospermae
Class	: Dicotyledoneae
Sub-class	: Dialypetalae
Order	: Malvales
Family	: Sterculiaceae
Genus	: <i>Theobroma</i>
Species	: <i>Theobroma cacao</i> L.

Menurut Wood & Lass (1975), kakao dibagi tiga kelompok besar, yaitu criollo, forastero, dan sebagian sifat criollo telah disebutkan di atas. Sifat lainnya adalah pertumbuhannya kurang kuat, daya hasil lebih rendah daripada forastero, relatif gampang terserang hama dan penyakit permukaan kulit buah criollo kasar, berbenjol-benjol dan alur-alurnya jelas. Kulit ini tebal tetapi lunak sehingga mudah dipecah. Kadar lemak dalam biji lebih rendah daripada forastero tetapi ukuran bijinya besar,

bulat, dan memberikan citarasa khas yang baik. Lama fermentasi bijinya lebih singkat daripada tipe forastero. Dalam tata niaga kakao criollo termasuk kelompok kakao mulia (*fine flavoured*), sementara itu kakao forastero termasuk kelompok kakao lindak (*bulk*) kelompok Kakao trinitario merupakan hibrida criollo dengan forastero. Sifat morfologi dan fisiologinya sangat beragam demikian jugadaya dan mutu hasilnya. Dalam tata niaga, kelompok trinitario dapat masuk ke dalam kakao mulia dan lindak, tergantung pada mutu bijinya.

## **2.2 Morfologi Kakao**

### **2.2.1 Batang dan Cabang**

Habitat asli tanaman kakao adalah hutan tropis dengan naungan pohon-pohon yang tinggi, curah hujan tinggi, suhu sepanjang tahun relatif sama, serta kelembaban tinggi yang relatif tetap. Dalam habitat seperti itu, tanaman kakao akan tumbuh tinggi tetapi bunga dan buahnya sedikit. Jika dibudidayakan di kebun, tinggi tanaman umur tiga tahun mencapai 1,8 – 3,0 meter dan pada umur 12 tahun dapat mencapai 4,50 – 7,0 meter. Tinggi tanaman tersebut beragam, dipengaruhi oleh intensitas naungan serta faktor-faktor tumbuh yang tersedia. Tanaman kakao bersifat dimorfisme, artinya mempunyai dua bentuk tunas vegetatif. Tunas yang arah pertumbuhannya ke atas disebut dengan tunas ortotrop atau tunas air (wiwilan atau *chupon*), sedangkan tunas yang arah pertumbuhannya ke samping disebut dengan plagiotrop (cabang kipas atau *fan*) ( Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, 2010 ).

Tanaman kakao bersifat dimorfisme, artinya mempunyai dua bentuk tunas vegetatif. Tunas yang arah pertumbuhannya ke atas disebut tunas ortotrop atau tunas air (wiwilan atau *Chupon*), sedangkan tunas yang arah pertumbuhannya ke samping disebut dengan tunas plagiotrop (cabang kipas atau *fan*) (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2004).

Tanaman kakao asal biji, setelah mencapai tinggi 0,9 – 1,5 meter akan berhenti tumbuh dan membentuk jorket (*forquette*). Jorket adalah tempat percabangan dari pola percabangan ortotrop ke plagiotrop dan khas hanya pada tanaman kakao. Pembentukan jorket didahului dengan berhentinya pertumbuhan tunas ortotrop karena ruas-ruasnya tidak memanjang. Pada ujung tunas tersebut, stipula (semacam sisik pada kuncup bunga) dan kuncup ketiak daun serta tunas daun tidak berkembang. Dari ujung perhentian tersebut selanjutnya tumbuh 3 - 6 cabang yang arah pertumbuhannya condong ke samping membentuk sudut 0 – 60° dengan arah horisontal. Cabang-cabang itu disebut dengan cabang primer (cabang plagiotrop). Pada cabang primer tersebut kemudian tumbuh cabang-cabang lateral (*fan*) sehingga tanaman membentuk tajuk yang rimbun ( Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, 2010 ).

Tanaman kakao dewasa sepanjang batang pokok tumbuh wiwilan atau tunas air (*chupon*). Dalam teknik budidaya yang benar, tunas air ini selalu dibuang, tetapi pada tanaman kakao liar, tunas air tersebut akan membentuk batang dan jorket yang baru sehingga tanaman mempunyai jorket yang bersusun. Dari tunas plagiotrop biasanya tumbuh tunas-tunas plagiotrop, tetapi kadang-kadang juga tumbuh tunas ortotrop. Pangkasan berat pada cabang plagiotrop yang besar ukurannya merangsang

tumbuhnya tunas ortotrop itu. Tunas ortotrop hanya membentuk tunas plagiotrop setelah membentuk jorket. Tunas ortotrop membentuk tunas ortotrop baru dengan menumbuhkan tunas air (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2004).

Tumbuhnya jorket tidak berhubungan dengan umur atau tinggi tanaman. Pemakaian pot besar dilaporkan menunda tumbuhnya jorket, sedangkan pemupukan dengan 140 ppm N dalam bentuk nitrat mempercepat tumbuhnya jorket. Tanaman kakao akan membentuk jorket setelah memiliki ruas batang sebanyak 60-70 buah. Namun, batasan tersebut tidak pasti, karena kenyataannya banyak faktor lingkungan yang berpengaruh dan sukar dikendalikan. Contohnya, kakao yang ditanam dalam polibag dan mendapat intensitas cahaya 80% akan membentuk jorket lebih pendek daripada tanaman yang ditanam di kebun. Selain itu, jarak antar daun sangat dekat dan ukuran daunnya lebih kecil. Terbatasnya medium perakaran merupakan penyebab utama gejala tersebut. Sebaliknya, tanaman kakao yang ditanam di kebun dengan jarak rapat akan membentuk jorket yang tinggi sebagai efek dari etiolasi (pertumbuhan batang memanjang akibat kekurangan sinar matahari) (Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, 2010).

### **2.2.2 Daun**

Sama dengan sifat percabangannya, daun kakao juga bersifat dimorfisme. Pada tunas ortotrop, tangkai daunnya panjang, yaitu 7,5-10 cm sedangkan pada tunas plagiotrop panjang tangkai daunnya hanya sekitar 2,5 cm. Tangkai daun bentuknya

silinder dan bersisik halus, bergantung pada tipenya (Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, 2010).

Salah satu sifat khusus daun kakao yaitu adanya dua persendian (*articulation*) yang terletak di pangkal dan ujung tangkai daun. Dengan persendian ini dilaporkan daun mampu membuat gerakan untuk menyesuaikan dengan arah datangnya sinar matahari. Bentuk helai daun bulat memanjang (*oblongus*) ujung daun meruncing (*acuminatus*) dan pangkal daun runcing (*acutus*). Susunan daun tulang menyirip dan tulang daun menonjol ke permukaan bawah helai daun. Tepi daun rata, daging daun tipis tetapi kuat seperti perkamen. Warna daun dewasa hijau tua bergantung pada kultivarnya. Panjang daun dewasa 30 cm dan lebarnya 10 cm. permukaan daun licin dan mengkilap (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2004).



Gambar 2.1 : Daun kakao (dokumen pribadi)

Pertumbuhan daun pada cabang plagiotrop berlangsung serempak tetapi secara berkala. Masa tumbuhnya tunas-tunas tersebut dinamakan pertunasan atau *flushing*. Pada saat itu tunas membentuk 3-6 lembar daun baru sekaligus. Setelah masa tunas tersebut selesai, kuncup-kuncup daun itu kembali dorman (istirahat) selama

periode tertentu. Kuncup-kuncup akan bertunas lagi oleh rangsangan faktor lingkungan (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2004).

Ujung kuncup daun yang dorman tertutup oleh sisik (*scales*). Jika kelak bertunas lagi, sisik tersebut rontok meninggalkan bekas (*scars*) atau lampang yang berdekatan satu sama lain dan disebut dengan cincin lampang (*ring scars*). Dengan menghitung banyaknya cincin lampang pada suatu cabang, dapat diketahui banyaknya cincin lampang pada suatu cabang, dapat diketahui jumlah pertunasan yang terjadi pada cabang yang bersangkutan. Intensitas cahaya mempengaruhi ketebalan daun dan kandungan klorofil. Daun yang berada di bawah naungan berukuran lebih besar dan warnanya lebih hijau daripada daun yang mendapat cahaya penuh (Wood & Lass, 1975).

### **2.2.3 Akar**

Kakao adalah tanaman dengan surface root feeder, artinya sebagian besar akar lateralnya (mendatar) berkembang dekat permukaan tanah, yaitu pada kedalaman tanah (jeluk) 0-30 cm. 56% akar lateral tumbuh pada jeluk 0-10 cm, 26% pada jeluk 11-20, 14% pada jeluk 21-30 cm, dan hanya 4% tumbuh pada jeluk di atas 30 cm dari permukaan tana. Jangkauan jelajah akar lateral dinyatakan jauh di luar proyeksi tajuk. Ujungnya membentuk cabang-cabang kecil yang susunannya ruwet (*intricate*) (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2004).



Gambar 2.2 : Akar kakao  
(dokumen pribadi)

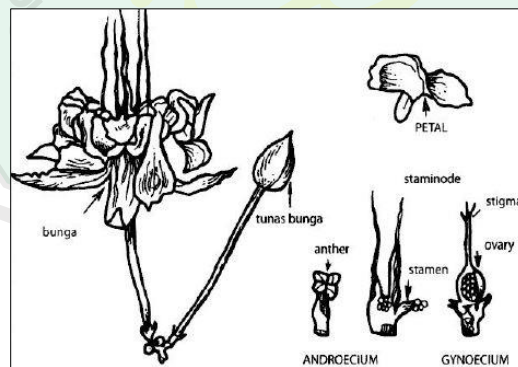
Pada awal perkecambahan benih, akar tunggang tumbuh cepat dari panjang 1 cm pada umur satu minggu, mencapai 16-18 cm pada umur satu bulan, dan 25 cm pada umur tiga bulan. Setelah itu laju pertumbuhannya menurun dan untuk mencapai panjang 50 cm memerlukan waktu dua tahun. Pada saat berkecambah, hipokotil memanjang dan mengangkat kotiledon yang masih menutup ke atas permukaan tanah. Fase ini disebut dengan fase serdadu. Fase kedua ditandai dengan membukanya kotiledon diikuti dengan memanjangnya epikotil dan tumbuhnya empat lembar daun pertama. Keempat daun tersebut sebetulnya tumbuh dari setiap ruasnya, tetapi buku-bukunya sangat pendek sehingga tampak tumbuh dari satu ruas. Pertumbuhan berikutnya berlangsung secara periodik dengan interval waktu tertentu (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2004).

Tanaman kakao yang berasal dari biji (generatif) mempunyai akar tunggang (*radix primaria*). Panjangnya dapat mencapai delapan meter kearah samping dan dapat mencapai 15-20 meter kearah bawah. Sebaliknya, tanaman yang diperbanyak dengan cara vegetatif pada awal pertumbuhannya tidak menumbuhkan akar tunggang tetapi

akar serabut yang banyak jumlahnya. Setelah dewasa tanaman tersebut menumbuhkan dua akar tunggang, sehingga tanaman tegak, dan kuat, tidak mudah roboh. Perkembangan akar sangat dipengaruhi oleh struktur tanah, terutama yang berkaitan dengan air dan udara di dalam tanah (Sugiharti, 2006).

#### 2.2.4 Bunga

Bunga kakao tergolong bunga sempuna, yang terdiri atas daun kelompok (*calyx*) sebanyak 5 helai dan benang sari (*androecium*) sejumlah 10 helai. Diameter bunga mencapai 1,5 cm. Tumbuhnya secara berkelompok pada bantalan bunga yang menempel pada batang tua, cabang atau ranting. Bunga yang keluar pada ketiak akhirnya akan jadi gemuk membesar. Inilah yang disebut bantalan bunga atau buah. Bantalan yang ada pada cabang tumbuh bunga disebut *ramiflora* dan yang ada pada batang tumbuh bunga disebut *cauliflora*. Serbuk sarinya hanya berdiameter 2-3 mikron, sangat kecil (Sugiharti, 2006).



Gambar 2.3 : Detail bunga kakao (Siregar, 2007)

Bunga tanaman kakao mempunyai tipe seks yang bersifat *hermaphrodite*, yakni pada setiap bunga mengandung benang sari dan putik. Jumlah bunga mencapai



5.000-12.000 setiap pohon per tahun, tetapi yang matang hanya 1%. Penyerbukannya dibantu oleh serangga *Forcipomya* sp (Sugiharti, 2006).

Dari hasil penelitian diketahui bahwa serangga *Forcipomya* spp atau serangga lainnya hinggap pada bunga coklat dan kemudian, tanpa sengaja penyerbukannya terjadi karena tertarik pada garis merah yang terdapat pada staminodia dan pada kerudung menampung bunga. Penyerbukan biasanya terjadi pada pagi hari, yaitu pada pukul 07.30- 10.30. lingkungan yang lembab, dingin, dan gelap karena tajuk sudah tumbuh rapat merupakan kondisi yang disenangi serangga tersebut. Lingkungan hidup serangga penyerbuk, terutama *Forcipomya* sp, adalah bahan-bahan organik yang lembab dan gelap, seperti daun-daun busuk, dan sisa-sisa kulit buah. *Forcipomya* spp betina lebih sering mengunjungi bunga dari pada yang jantan, karena sibatina membutuhkan protein untuk pematangan telur. Pengamatan selanjutnya menyatakan bahwa rata-rata sebanyak tiga ekor serangga mengunjungi bunga setiap jam (Siregar, 2007).

Bunga kakao mempunyai rumus  $K5C5A5+5G$  (5), artinya, bunga disusun oleh 5 daun kelopak yang bebas satu sama lain, 5 daun mahkota, 10 tangkai sari yang tersusun dalam 2 lingkaran dan masing-masing terdiri dari 5 tangkai sari tetapi hanya 1 lingkaran yang fertil, dan 5 daun buah yang bersatu. Bunga kakao berwarna putih, ungu atau kemerahan (Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, 2010).

Warna bunga ini khas untuk setiap kultivar. Tangkai bunga kecil tetapi panjang (1-1,5 cm). Daun mahkota panjangnya 6-8 mm, terdiri atas dua bagian. Bagian pangkal berbentuk seperti kuku binatang (claw) dan biasanya terdapat dua garis merah.

Bagian ujungnya berupa lembaran tipis, fleksibel, dan berwarna putih (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2004).

### 2.2.5 Buah

Warna buah kakao sangat beragam, tetapi pada dasarnya hanya ada dua macam warna. Buah yang ketika muda berwarna hijau atau hijau agak putih jika sudah masak akan berwarna kuning. Sementara itu, buah yang ketika muda berwarna merah, setelah masak berwarna jingga (oranye) (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2004).

Kulit buah memiliki 10 alur dalam dan dangkal yang letaknya berselang-seling. Pada tipe criollo dan trinitario alur kelihatan jelas, kulit buahnya tebal tetapi lunak dan permukaannya kasar. Sebaliknya, pada tipe forastero, permukaan kulit halus; tipis. Buah akan masak setelah berumur enam bulan. Saat ini ukurannya beragam, dari panjang 10 hingga 30 cm, bergantung pada kultivar dan faktor-faktor lingkungan selama perkembangan buah (Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, 2010).

Buah kakao yang masih muda disebut *cherelle*, kemudian sampai tiga bulan pertama akan terjadi *cherelle wilt*, yakni gejala spesifik dari buah kakao yang disebut *physiological effect thining*, yaitu buah muda menjadi kering dan mengeras. Hal ini disebabkan oleh adanya proses fisiologis yang menyebabkan terhambatnya penyaluran hara untuk menunjang pertumbuhan muda. Kehilangan buah dapat mencapai 80% dari seluruh buah. Buah kakao yang berusia tiga bulan biasanya sudah tidak mengalami

*cherelle wilt*, tetapi berkembang menjadi buah masak jika tidak ada serangan hama atau penyakit (Sugiharti, 2006).

### 2.2.6 Biji

Biji kakao tersusun dalam lima baris mengelilingi poros buah. Jumlahnya beragam, yaitu 20 – 50 butir per buah. Jika dipotong melintang, tampak bahwa biji disusun oleh dua kotiledon yang saling melipat dan bagian pangkalnya menempel pada poros lembaga (*embryo axis*). Warna kotiledon putih untuk tipe criollo dan ungu untuk tipe forastero (Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan, 2010).



Gambar 2.4 : Susunan biji dalam buah dan jumlah biji berjumlah 20-50 biji per buah (Siregar, 2007)

Biji kakao dibungkus oleh daging buah buah (pulpa) yang berwarna putih, rasanya asam manis dan diduga mengandung zat yang dapat menghambat perkecambahan. Di bagian dalam daging buah terdapat biji (testa) yang membungkus dua kotiledon dan proses embrio. Biji kakao tidak memiliki masa dorman. Meskipun daging buahnya mengandung zat penghambat perkecambahan, tetapi kadang-kadang biji berkecambah didalam buah yang terlambat dipanen karena daging buahnya telah mengering (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2004).

Benih kakao termasuk golongan benih rekalsitran, sehingga memerlukan penanganan yang khusus. Arti dari benih rekalsitran sebagai berikut: ketika masak fisiologis kadar airnya tinggi, yakni lebih dari 40 %; viabilitas benih akan hilang di bawah ambang kadar air yang relatif tinggi (lebih dari 25%); sifat benih ini tidak mengikuti kaidah Harrington yang berbunyi “Pada kadar air 4-15%, peningkatan kadar air 1% dapat menurunkan periode hidup benih setengahnya. Demikian pula halnya dengan suhu, peningkatan 5° C pada kisaran 0-50° C dapat menurunkan umur simpan benih setengahnya; untuk bertahan dalam penyimpanan memerlukan kadar air yang tinggi (sekitar 30%) (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2004).



Gambar 2.5 : Biji kakao (Dokumen pribadi)

Menurut Budiarti (1999) faktor-faktor yang mempengaruhi penurunan viabilitas atau kemunduran benih rekalsitran antara lain kadar air benih, suhu dan kelembaban disekitar benih, gas, kontaminasi cendawan, dan lamanya periode konservasi. Kadar air merupakan faktor penting yang mempengaruhi viabilitas benih kakao dan benih rekalsitran pada umumnya. Penurunan kadar air melampaui kadar air kritikal menyebabkan benih kehilangan viabilitasnya. Demikian pula konservasi viabilitas benih dengan kadar air tinggi menghadapi berbagai kendala yaitu : (a) benih

berkecambah selama periode konservasi, (b) respirasi tinggi, dan (c) mudah terkontaminasi cendawan

Kakao memiliki tipe perkecambahan epigeal yakni perkecambahan yang menghasilkan kecambah dengan kotiledon terangkat ke atas permukaan tanah. Dalam proses perkecambahan, setelah radikula menembus kulit benih, hipokotil memanjang melengkung menembus ke atas permukaan tanah. Setelah hipokotil menembus permukaan tanah, kemudian hipokotil meluruskan diri dan dengan cara demikian kotiledon yang masih tertangkap tertarik ke atas permukaan tanah juga. Kulit benih akan tertinggal di permukaan tanah, dan selanjutnya kotiledon membuka dan daun pertama (plumula) muncul ke udara. Beberapa saat kemudian, kotiledon meluruh dan jatuh ke tanah (Pramono, 2009)

Pada saat berkecambah hipokotil memanjang dan mengangkat kotiledon yang masih menutup ke atas permukaan tanah. Fase ini disebut dengan fase serdadu. Fase kedua ditandai dengan membukanya kotiledon yang diikuti dengan memanjangnya epikotil dan tumbuhnya empat lembar daun pertama. Keempat daun tersebut sebenarnya tumbuh dari setiap ruasnya, tetapi buku-bukunya sangat pendek sehingga tampak tumbuh dari satu ruas. Pertumbuhan berikutnya berlangsung secara periodik dan interval waktu tertentu (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2004).



Gambar 2.6 : Perkecambahan epigeal biji kakao  
(Dokumen pribadi)

### 2.3 Tipe Perkecambahan

Suena (2005) menyatakan bahwasanya tipe perkecambahan dibagi menjadi dua yaitu:

#### 1. Perkecambahan diatas tanah (epigeal)

Perkecambahan yang terjadi karena panjang hipokotil dan kotiledon terangkat keatas, muncul di atas permukaan tanah. Munculnya radikel diikuti dengan memanjangnya hipokotil secara keseluruhan dan membawa kotiledon ke permukaan tanah, tumbuhan kakao (*Theobroma cacao* L.) adalah salah satu tumbuhan yang memiliki tipe perkecambahan epigeal.

#### 2. Perkecambahan di bawah tanah (hypogeal)

Perkecambahan hypogeal adalah perkecambahan yang terjadi bila kotiledon tinggal di dalam kulit biji, dan tetap berada didalam tanah, epikotil memanjang. Munculnya radikel diikuti dengan pemanjangan plumula, hipokotil tidak memanjang ke atas permukaan tanah dan kotiledon tetap berada di dalam tanah.

## 2.4 Mekanisme Perkecambahan

Perkecambahan merupakan proses metabolisme biji hingga dapat menghasilkan pertumbuhan dari komponen kecambah yaitu plumula dan radikula. Definisi perkecambahan adalah jika sudah dapat dilihat atribut perkecambahannya, yaitu plumula dan radikula dan keduanya tumbuh normal dalam jangka waktu tertentu sesuai. Setiap biji yang dikecambahkan ataupun yang diujikan tidak selalu prosentase pertumbuhan kecambahnya sama, hal ini dipengaruhi berbagai macam faktor-faktor yang mempengaruhi perkecambahan (Sutopo, 2004).

Perkecambahan merupakan suatu proses dimana radikula memanjang keluar menembus kulit biji. Saat terjadinya radikula menembus kulit biji, terjadi pula proses fisiologi biokemis yang kompleks, yang dikenal sebagai proses perkecambahan fisiologis (Salisbury, 1992). Adapun prosesnya antara lain:

### 1. Penyerapan air

Proses pengambilan air (hidrasi protoplasma) adalah hal yang sangat penting, karena sebagian besar fungsi kimia dalam sel berada di protoplasma. Setelah penyerapan selanjutnya biji akan menghasilkan hormon tumbuh yaitu berupa hormon *giberelin* (GA) yang berfungsi sebagai stimulis atau pemacu kegiatan enzim-enzim di dalam benih.

### 2. Pencernaan

Pencernaan adalah proses terjadinya pemecahan zat atau senyawa bermolekul besar dan kompleks menjadi senyawa yang bermolekul yang lebih kecil, sederhana larut dalam air dan dapat diangkut melalui membrane dan dinding sel. Cadangan

makanan didalam biji merupakan senyawa yang bermolekul besar sehingga tidak mampu ditranslokasikan ke embrionik axis sehingga harus dipecah menjadi senyawa yang lebih sederhana. Untuk pemecahan maka diperlukan adanya enzim.

### 3. Pengangkutan zat makanan

Hasil pencernaan diangkut dari jaringan penyimpanan makanan menuju titik-titik tumbuh pada embrionik axis, radikula dan plumulae. Biji belum memiliki jaringan pengangkut, sehingga pengangkutan dilakukan secara difusi atau osmosis dari sel hidup ke sel hidup lainnya dengan bantuan air.

### 4. Respirasi

Respirasi merupakan perombakan cadangan makanan menjadi senyawa yang lebih sederhana dengan membebaskan sejumlah tenaga. Pembebasan tenaga tersebut dibutuhkan untuk aktivitas sel diantaranya yaitu pembelahan. Proses respirasi pertama kali terjadi di embrionik axis, setelah cadangan makanan habis baru beralih ke endosperm (monokotil) atau kotiledon (dikotil).

### 5. Asimilasi

Asimilasi merupakan proses penyusunan kembali senyawa sederhana menjadi senyawa yang lebih kompleks, misalnya protein yang sudah dirombak menjadi asam amino disusun kembali menjadi protein baru. Energi untuk penyusunan tersebut berasal dari hasil proses respirasi.

### 6. Pertumbuhan

Ada dua bentuk pertumbuhan embrionik axis yaitu pembesaran sel-sel yang sudah ada dan pembentukan sel-sel yang baru pada titik-titik tumbuh. Pada umumnya



bagian dari embrionik axis yang pertama kali keluar adalah akar (radicle) kemudian akan diikuti oleh calon daun (plumule).

Benih yang berukuran besar diduga memiliki cadangan makanan lebih banyak dibandingkan benih yang kecil, serta embrionya juga besar. Makin besar/berat suatu benih maka kandungan karbohidrat, protein, lemak dan mineral yang diperlukan untuk perkecambahan semakin banyak pula. Maka benih besar dan berat akan menghasilkan kecambah yang besar pula (Gardner, 1991)

Walaupun benih berasal dari varietas yang sama, ukuran yang lebih besar akan mampu tumbuh relatif cepat dibandingkan dengan ukuran benih yang lebih kecil. Kandungan cadangan makanan akan mempengaruhi berat suatu benih. Hal ini tentu akan mempengaruhi kecepatan tumbuh benih, karena benih yang berat dengan kandungan cadangan makanan yang banyak akan menghasilkan energi yang lebih besar saat mengalami proses perkecambahan. Hal ini akan mempengaruhi besarnya kecambah yang keluar dan berat tanaman saat panen (Sutopo, 2004)

Jaringan penyimpanannya benih memiliki karbohidrat, protein, lemak dan mineral. Bahan-bahan ini diperlukan sebagai bahan baku dan energi bagi embrio pada saat perkecambahan. Ukuran benih menunjukkan korelasi positif terhadap kandungan protein, makin besar/berat ukuran benih maka kandungan proteinnya makin meningkat pula (Gardner, 1991).

## 2.5 Viabilitas Benih

Sajad (1994) menyatakan bahwa viabilitas benih merupakan suatu keadaan umum dalam benih yang dapat mengindikasikan daya hidup benih. Viabilitas benih dapat ditunjukkan oleh proses pertumbuhan benih atau gejala metabolismenya.

Viabilitas benih dibagi menjadi dua yaitu:

### 1. Viabilitas optimum (potensial)

Viabilitas optimum merupakan kemampuan lot benih untuk melakukan pertumbuhan normal pada kondisi yang optimum. Benih memiliki kemampuan potensial dikarenakan kondisi lapangan tidak selalu dalam kondisi yang optimum. Parameter yang digunakan dalam menentukan viabilitas potensial adalah daya berkecambah, kecepatan berkecambah, panjang kecambah dan berat kering kecambah.

### 2. Viabilitas suboptimum (vigor)

Viabilitas suboptimum atau vigor merupakan sejumlah sifat-sifat benih yang mengindikasikan pertumbuhan dan perkembangan kecambah yang cepat dan seragam pada cakupan kondisi lapang yang luas. Cakupan vigor benih meliputi aspek-aspek fisiologis selama proses perkecambahan dan perkembangan kecambah. Vigor benih bukan merupakan pengukuran sifat tunggal, tetapi merupakan sejumlah sifat yang menggambarkan beberapa karakteristik yang berhubungan dengan penampilan suatu lot benih yang antara lain: kecepatan dan keserempakan daya berkecambah dan pertumbuhan kecambah, kemampuan munculnya titik tumbuh kecambah pada kondisi lingkungan yang tidak sesuai.

## 2.6 Pengujian Benih

### 1. Uji Viabilitas Benih

Menurut Sutopo (2004) pada uji viabilitas, baik uji daya kecambah atau uji kekuatan tumbuh benih, penilaian dilakukan dengan membandingkan kecambah satu dengan yang dalam satu substrat. Dengan demikian faktor subjektif dari si penguji sulit dihilangkan.

Pada pengujian yang penilaiannya harus dilakukan dengan membandingkan hasil perkecambahan dari berbagai substrat dengan berbagai osmose terhadap kekuatan tumbuh benih, mungkin dapat digunakan parameter laju perkecambahan, berat kering/basah dari kecambah.

Umumnya sebagai parameter untuk viabilitas benih digunakan persentase perkecambahan, dimana perkecambahan harus cepat dan pertumbuhan kecambahnya kuat, dan ini mencerminkan kekuatan tumbuhnya, yang dapat dinyatakan dengan laju perkecambahan.

### 2. Uji Daya Kecambah

Daya kecambah benih memberikan informasi kepada pemakai benih akan kemampuan benih normal menjadi tanaman yang berproduksi wajar dalam keadaan biofisik lapangan yang serba optimum.

Parameter yang digunakan dapat berupa persentase kecambah normal berdasarkan penilaian terhadap struktur tumbuh embrio yang diamati secara langsung. Atau secara tidak langsung dengan hanya melihat gejala metabolisme benih yang berkaitan dengan kehidupan benih. Persentase daya kecambah adalah: persentase daya

kecambah normal yang dapat dihasilkan oleh benih murni pada kondisi yang menguntungkan dalam jangka waktu yang sudah ditetapkan.

## **2.7 Kriteria Kecambah**

Menurut Hartati (1993) kriteria kecambah dapat dibedakan sebagai berikut:

### **2.7.1 Kecambah Normal**

Kecambah normal memiliki kriteria sebagai berikut:

1. Akar : Akar primer tumbuh panjang, dan memiliki akar sekunder.
2. Hipokotil : Hipokotil memiliki panjang empat kali lebih panjang dari pada kotiledon dan akan tumbuh dengan baik.
3. Kotiledon : Memiliki dua kotiledon dan tidak terjadi kerusakan pada kotiledonnya.

### **2.7.2 Kecambah Abnormal**

Kecambah abnormal memiliki kriteria sebagai berikut:

1. Akar : Tidak memiliki akar primer/ memiliki akar primer namun ukurannya pendek dan tidak memiliki akar sekunder.
2. Hipokotil : Hipokotil tidak normal (cacat, membengkak atau pendek) terdapat celah yang dalam atau luka-luka kecil.
3. Kotiledon : kedua kotiledon membusuk, rusak atau tidak tumbuh.

## **2.8 Fitohormon**

Fitohormon atau zat pengatur tumbuh adalah senyawa organik yang bukan hara yang dalam jumlah sedikit dapat mendukung, menghambat dan dapat merubah proses fisiologi tumbuhan. Hormon tumbuh tidak dihasilkan oleh suatu kelenjar

sebagaimana pada hewan, melainkan dibentuk oleh sel-sel yang terletak di titik-titik tertentu pada tanaman, terutama titik tumbuh di bagian pucuk tunas maupun ujung akar. Selanjutnya hormon akan bekerja pada jaringan disekitarnya, ditranslokasi ke bagian tanaman yang lain untuk aktif bekerja di sana. Pergerakan hormon dapat terjadi melalui pembuluh tapis, dan pembuluh kayu. Zat pengatur tumbuh dalam tanaman terdiri dari lima kelompok yaitu Auxin, giberelin, sitokinin, ethylene generators dan inhibitor dengan ciri khas dan pengaruh yang berlainan terhadap proses fisiologis (Trisna, 2013).

Zat pengatur tumbuh dan perkembangan pada tumbuhan adalah meliputi hormon. Hormon sebagai zat pengatur tumbuh dihasilkan atau disintesis oleh tumbuhan pada bagian tertentu dari tumbuhan tersebut, kemudian diangkut ke tempat lain pada tumbuhan tersebut. Untuk selanjutnya, hormon tersebut bekerja melalui cara yang khusus pada konsentrasi yang rendah untuk mengatur suatu pertumbuhan dan perkembangan atau tahap metabolisme tertentu (Salisbury, 1995).

Adanya zat tumbuh yang ada dalam tubuh tanaman maupun hormon yang diberikan mampu memacu proses pertumbuhan tinggi. Zat pengatur tumbuh berfungsi mendorong pertumbuhan, dimana dengan pemberian zat pengatur tumbuh terhadap tanaman dapat merangsang penyerapan hara oleh tanaman (Trisna, 2013).

Tentang senyawa hormon dan zat pengatur tumbuh, antara lain sebagai berikut : (Intan, 2008)

- 1 Fitohormon atau hormon tanaman adalah senyawa organik bukan nutrisi yang aktif dalam jumlah kecil ( $< 1\mu\text{M}$ ) yang disintesis pada bagian tertentu, pada

umumnya ditranslokasikan ke bagian lain tanaman dimana senyawa tersebut, menghasilkan suatu tanggapan secara biokimia, fisiologis dan morfologis.

2. Zat pengatur tumbuh adalah senyawa organik bukan nutrisi yang dalam konsentrasi rendah ( $< 1\mu\text{M}$ ) mendorong, menghambat, atau secara kualitatif mengubah pertumbuhan dan perkembangan tanaman.
3. Inhibitor adalah senyawa organik yang menghambat pertumbuhan secara umum dan tidak ada selang konsentrasi yang dapat mendorong pertumbuhan.

Menurut Zulkarnain (2009) fitohormon adalah senyawa-senyawa yang dihasilkan oleh tanaman tingkat tinggi secara endogen. Senyawa tersebut berperan merangsang dan meningkatkan pertumbuhan serta perkembangan sel, jaringan, dan organ tanaman menuju arah diferensiasi tertentu. Senyawa-senyawa lain yang memiliki karakteristik yang sama dengan hormon, tetapi diproduksi secara eksogen, dikenal sebagai zat pengatur tumbuh.

## **2.9 Kandungan Bawang Merah (*Allium cepa* L.)**

Bawang merah (*Allium cepa* L.) atau dalam bahasa Jawa disebut juga brambang merupakan tanaman semusim dan memiliki umbi yang berlapis. Selain menjadi bumbu masak, bawang merah ternyata juga mempunyai fungsi lain yang berasal dari kandungan didalamnya (Putri, 2010). Menurut Susanti (2011) bawang merah mengandung senyawa yang disebut senyawa *allin* yang kemudian akan berubah menjadi senyawa *allicin*. Penambahan senyawa *allicin* akan memperlancar

metabolisme pada jaringan tumbuhan dan dapat memobilisasi bahan makanan yang ada pada tubuh tumbuhan.

*Allicin* dalam bentuk yang murni mempunyai daya antibakteri dengan spectrum yang luas, selain bersifat antibakteri, *allicin* juga memiliki sifat lain yaitu sifat antifungi dan antiparasit yang berarti dapat menghambat pertumbuhan dan membunuh fungi/jamur serta parasit (Wuisan, 2013).

Bawang merah dapat meningkatkan viabilitas benih, proses ini melibatkan proses pemanjangan sel sebagai akibat pengaruh auksin yang terkandung dalam ekstrak bawang merah. Auksin menyebabkan sel penerima dalam tunas atau batang mengeluarkan ion hydrogen ke sekeliling dinding sel yang kemudian menurunkan pH dan mengakibatkan mengendornya dinding sel dan terjadi pertumbuhan dengan cepat (Siswanto, 2010).

Mekanisme kerja auksin akan mempengaruhi pemanjangan sel-sel pada tanaman. Cara kerja auksin adalah dengan cara mempengaruhi pengenduran /pelenturan dinding sel. Sel tumbuhan kemudian memanjang akibat air yang masuk secara osmosis. Setelah pemanjangan ini, sel terus tumbuh dan mensintesis kembali material dinding sel dan sitoplasma. Selain memacu pemanjangan sel yang menyebabkan pemanjangan batang dan akar, peranan auksin lainnya adalah adanya kombinasi auksin dan giberelin akan memacu perkembangan jaringan pembuluh dan mendorong pembelahan sel pada kambium pembuluh sehingga mendukung pembentukan diameter batang (Rusmin, 2011).

Pengaruh auksin terhadap perkembangan sel telah menunjukkan bahwa terdapat indikasi yakni auksin dapat dinaikkan secara osmotik, meningkatkan permeabilitas sel terhadap air, menyebabkan tekanan pada dinding sel, meningkatkan sintesis protein, dan pengembangan dinding sel. Dalam hubungannya dengan permeabilitas sel, kehadiran auksin akan meningkatkan difusi air ke dalam sel yang selanjutnya mengakibatkan proses-proses pengaktifan enzim untuk perkecambahan (Abidin, 1983).

Pemberian hormon auksin mampu meningkatkan produksi enzim sebagai salah satu fungsi hormon tersebut, karena enzim merupakan produk sintesis protein. Pada saat enzim diaktivasi enzim tersebut masuk dan memecah cadangan makanan. Enzim yang dibentuk kemudian mencerna dan menggunakan berbagai cadangan makanan yang tersimpan menjadi bentuk-bentuk yang mengatur dan ditranslokasikan ke titik-titik tumbuh dan terjadi melalui berbagai proses seperti fosforilasi. Pertumbuhan tersebut dipengaruhi oleh kandungan *allithiamin* pada filtrat bawang merah pada proses metabolisme tanaman. *Allithiamin* merupakan allicin yang disenyawakan dengan thiamin. *Allithiamin* pada umumnya berperan dalam metabolisme tanaman yang akan berpengaruh ke dalam proses respirasi terlibat pada dekarboksilasi oksidasi piruvat dan terfosforilasi dalam bentuk thiamin pirifosfat yang merupakan kofaktor dalam pembentukan sel sehingga akan memperlancar aktivitas pada jaringan untuk penyediaan energi dalam bentuk ATP (Setyowati, 2004).



## 2.10 Perkecambahan dalam Al – Qur'an

Perkecambahan adalah proses awal pertumbuhan tanaman, seperti yang telah difirmankan oleh Allah SWT didalam Q.S Al An'am (6) ayat 95 :

إِنَّ اللَّهَ فَالِقُ الْحَبِّ وَالنَّوَى يُخْرِجُ الْحَيَّ مِنَ الْمَيِّتِ وَمُخْرِجُ الْمَيِّتِ مِنَ الْحَيِّ

Artinya : “*Sesungguhnya Allah menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji buah-buahan. Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup*” (Q.S Al-An'am: 95).

Karena itulah ayat : “*Sesungguhnya Allah menumbuhkan butir tumbuh-tumbuhan dan biji buah-buahan*” ditafsirkan oleh sambungan ayat “*Dia mengeluarkan yang hidup dari yang mati dan mengeluarkan yang mati dari yang hidup*” yang artinya Allah SWT mengeluarkan tanaman hidup dari benih-benih yang mati seperti benda-benda yang tak bernyawa (Saifudin,2010).

Muhammad (2003) menyatakan bahwasanya didalam ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT telah menumbuhkan biji dan benih tumbuh-tumbuhan. Artinya Allah membelahnya di dalam tanah (yang lembab), kemudian dari biji-bijian tersebut tumbuhlah berbagai jenis tumbuh-tumbuhan, sedangkan dari benih-benih itu tumbuhlah buah-buahan dengan berbagai warna, bentuk dan rasa yang berbeda.

Hamka (1982) menambahkan, didalam surat Al-An'am ayat 95 dijelaskan bahwa biji yang mati akan tumbuh sesuatu yang hidup, yang mana pada mulanya biji yang mati tersebut akan terbelah kemudian dari belahan tersebut muncullah urat tunggang (radikula dan plamula) yang halus ke bumi. Urat tunggang tersebut akan

tumbuh menjadi batang tumbuhan dan memiliki daun hingga suatu ketika tumbuhan tersebut menghasilkan buah.

Allah SWT membelah butiran benih yang tampak mati dan kering dan mengeluarkan tumbuhan dengan cepat darinya. Atau maksud dari istilah فَالِقُ ini adalah pembelahan yang Allah ciptakan pada biji-bijian dan membaginya menjadi dua bagian yang sama dimana hal itu sendiri merupakan suatu keajaiban penciptaan (Imani, 2004).

Darwis (2004) menyatakan ayat ini menerangkan bahwa Allah SWT yang menguasai perjalanan benih yang kering dan inti yang diam. Dengan kekuasaan-Nya, Allah menghidupkan benih tersebut maka terlihatlah perkecambahannya.