

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Biologi Tanaman Kakao**

Kakao merupakan salah satu tanaman genus *Theobroma* dari familia *Sterculiaceae* (van Steenis, 2008). Kakao (*Theobroma cacao* L.) berasal dari hutan tropis Amerika Tengah (Guatemala, Honduras dan Yucatan) yang dimanfaatkan sebagai bahan makanan dan minuman oleh suku Indian Maya dan suku Aztec (Baon & Wardani, 2010). Pada tahun 1519 kakao mulai diperkenalkan ke seluruh dunia (Siregar *et al.*, 2010).

Kakao mulai diperkenalkan di Indonesia pada tahun 1560 di Minahasa oleh orang Spanyol (Baon & Wardani, 2010). Di Jawa, budidaya kakao dimulai di Jawa Tengah pada tahun 1880 kemudian berkembang di Jawa Timur dan Jawa Barat (Baon & Wardani, 2010; Siregar *et al.*, 2010). Perkembangan kakao semakin pesat, sehingga sejak tahun 1951 kakao menjadi salah satu komoditas perkebunan yang penting di Indonesia (Siregar *et al.*, 2010).

##### **2.1.1 Morfologi Tanaman Kakao**

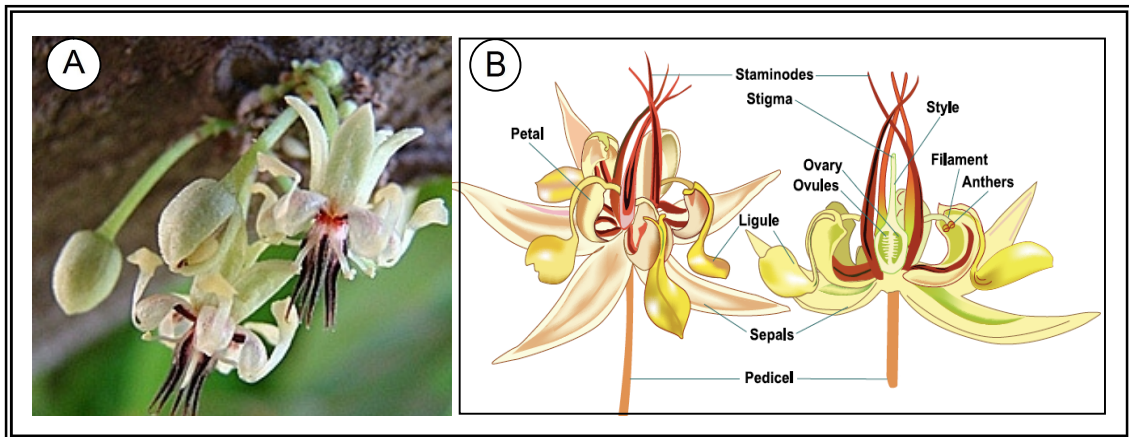
Tanaman kakao merupakan tanaman tahunan (*perennial*) berbentuk pohon dengan tinggi dapat mencapai 3 – 8 meter (van Steenis, 2008). Tanaman kakao memiliki sistem akar tunggang (*radix primaria*) yang bercabang (*ramosus*) (Siregar *et al.*, 2010). Panjang akar tanaman kakao dapat mencapai 15 meter ke arah bawah dan 8 meter ke arah lateral (Siregar *et al.*, 2010). Sebagian besar akar lateral berkembang di dekat dengan permukaan tanah (*Surface root feeder*) pada

kedalaman tanah kurang dari setengah meter. Akibatnya tanaman kakao kurang tahan terhadap kekeringan (Prawoto & Winarsih, 2010).

Kakao memiliki batang berkayu (*lignosus*) dan berbentuk bulat (Tjitrosoepomo, 1992). Tanaman kakao mempunyai cabang ortotrof yang tumbuh ke arah atas dan cabang plagiotrof yang tumbuh ke arah samping (Karmawati *et al.*, 2010).

Daun kakao termasuk daun tunggal (*Folium Simplex*) yang terdiri atas helai daun dan tangkai daun (Siregar *et al.*, 2010). Helai daun berbentuk bulat telur terbalik memanjang (*obovatus*), dengan panjang dapat mencapai 10 – 48 cm dan lebar dapat mencapai 4 – 20 cm (Backer & Bakhuizen van den Brink, 1963). Pangkal daun berbentuk runcing (*acutus*) dengan ujung meruncing (*acuminatus*; Backer & Bakhuizen van den Brink, 1963).

Bunga kakao tumbuh dan berkembang dari bekas ketiak daun pada batang dan beberapa cabangnya (*cauliflori*; **Gambar 2.1.A**; Backer & Bakhuizen van den Brink, 1963). Jumlah bunga dapat mencapai 5.000 - 12.000 per pohon setiap tahunnya, namun hanya sekitar 1% yang mampu menjadi buah kakao (Siregar *et al.*, 2010). Bunga kakao umumnya berwarna putih, ungu atau kemerahan (Karmawati *et al.*, 2010).



**Gambar 2.1** A. Bunga kakao yang muncul dari batang (kauliflori), sebagian kuntum bunga masih kuncup dan sebagian telah mekar. B. Diagram bunga yang telah mekar menunjukkan posisi petal dan staminodia pada bunga (kiri) serta diagram bunga yang dipotong membujur untuk menunjukkan posisi bakal buah dan bakal biji (kanan). Sumber: (A) dari <http://kojikisans2.wordpress.com/2011/07/24/cacao-flowers/> dan (B) dari Phillips-Mora *et al.* (2013).

Bunga kakao termasuk bunga majemuk (*infloresceti*) (Backer & Bakhuizen van den Brink, 1963) dengan tangkai perbungaan yang pendek sehingga tampak seperti bunga tunggal. Kuntum bunga kakao memiliki diameter 1,5 cm (Siregar *et al.*, 2010) dengan tangkai bunga dapat mencapai panjang 1 – 2,25 cm (Backer & Bakhuizen van den Brink, 1963).

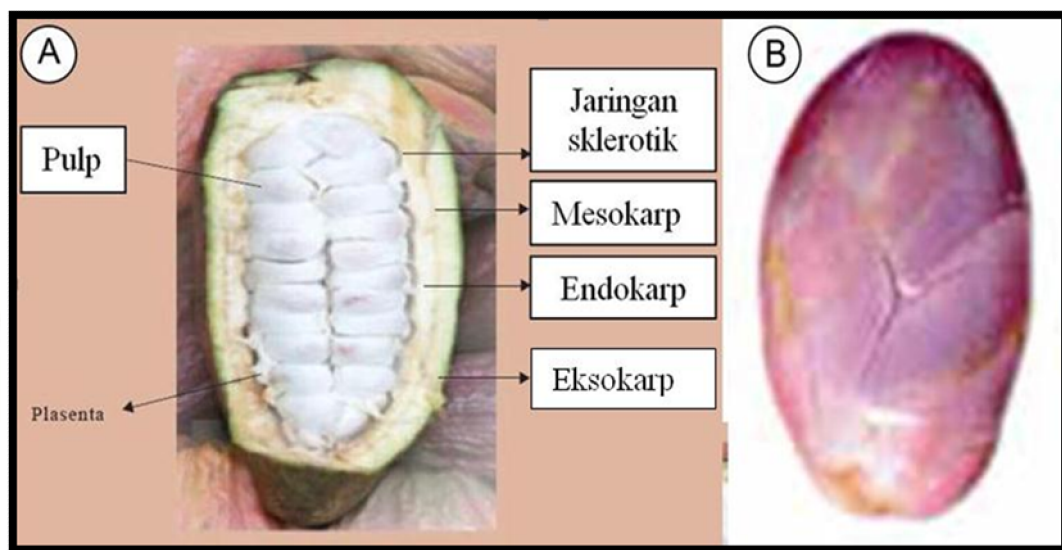
Bunga kakao merupakan bunga sempurna karena memiliki perhiasan bunga yang lengkap dan kelamin bunga yang lengkap. Perhiasan bunga tersebut terdiri atas kelopak dan mahkota (Tjitrosoepomo, 2002). Kelopak bunga (*calyx*) terdiri dari 5 sepal, berbentuk lanset, berwarna putih dengan panjang dapat mencapai 6-8 mm (Backer & Bakhuizen van den Brink, 1963). Mahkota bunga (*corolla*) terdiri dari 5 petala, berbentuk cekung, dengan panjang dapat mencapai 2,5 - 4 mm (Backer & Bakhuizen van den Brink, 1963).

Bunga kakao termasuk bunga banci (*hermaproditus*) karena memiliki alat kelamin jantan dan betina dalam satu kuntum bunga (van Steenis, 2008). Alat kelamin jantan terdiri atas 5 buah benang sari yang steril (staminodia) dan 5 buah benang sari yang fertil (stamen). Staminodia berwarna ungu tua dengan ujung putih, ukurannya dapat mencapai 4 – 6 mm (Backer & Bakhuizen van den Brink, 1963). Masing-masing stamen berwarna kuning dengan tangkai pendek dan terbelah menopang dua kepala sari (Backer & Bakhuizen van den Brink, 1963). Putik (*Pistillum*) bunga kakao berwarna putih, berukuran pendek dan terdiri atas tangkai putik (*style*), kepala putik (*stigma*) dan bakal buah (*ovary*) (**Gambar 2.1.B**).

Setelah terjadi penyerbukan atas bantuan serangga, bakal buah akan berkembang menjadi buah dan pertumbuhan buah menjadi cepat setelah umur 40 hari dan akan mencapai puncak pertumbuhannya pada umur 75 hari (Prawoto & Winarsih, 2010). Buah kakao termasuk buah buni, berbentuk bulat memanjang dengan ujungnya meruncing (*obovatus*; Backer & Bakhuizen van den Brink, 1963). Buah kakao memiliki panjang buah mencapai 12 - 22 cm dan lebar dapat mencapai 6 - 10 cm berwarna hijau, kuning, merah ataupun ungu tergantung varietasnya (Backer & Bakhuizen van den Brink, 1963). Buah kakao akan masak dan siap dipanen setelah berusia 5 - 6 bulan (Prawoto & Winarsih, 2010).

Buah kakao terdiri atas kulit buah (*pod*), arilus (*pulp*) dan biji (**Gambar 2.2**; Limbongan, 2012). Kulit buah kakao (*pod*) terdiri dari tiga lapisan, yaitu lapisan eksokarp, mesokarp dan endokarp (**Gambar 2.2**; Limbongan, 2012). Mesokarp memiliki tekstur yang tidak keras dan lebih tebal dibandingkan eksokarp dan

endokarp, dengan ketebalan mencapai 75% dari buah segar (Saleh, 1998). Lapisan endokarp merupakan lapisan yang lebih keras dibandingkan eksokarp dan mesokarp. Lapisan endokarp terdiri dari dua lapisan, yaitu lapisan yang berwarna putih dan lapisan yang berwarna coklat (jaringan sklerotik) (**Gambar 2.2**; Limbongan, 2012). Endokarp yang keras dan adanya jaringan sklerotik berperan dalam ketahanan buah kakao (**Gambar 2.2**; Limbongan, 2012).



**Gambar 2.2.** A. Kulit buah kakao yang dipotong membujur terdiri atas 3 lapisan yaitu lapisan eksokarp, mesokarp dan endokarp. B. Biji kakao. Sumber : (A) dari Limbongan *et al.* (2011) dan (B) dari Phillips-Mora *et al.* (2013).

Bagian yang dianggap sebagai daging buah (*pulp*) adalah arilus. Arilus kakao berwarna putih, rasanya asam manis dan mengandung zat yang dapat menghambat perkecambahan (**Gambar 2.2.A**; Karmawati *et al.*, 2010). Pada setiap buah bisa dihasilkan biji sebanyak 30 - 50 butir tergantung varietas tanaman (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2004). Biji kakao berbentuk bulat telur, dengan panjang dapat mencapai 2 – 2,5 cm dan lebar dapat mencapai 1,25 –

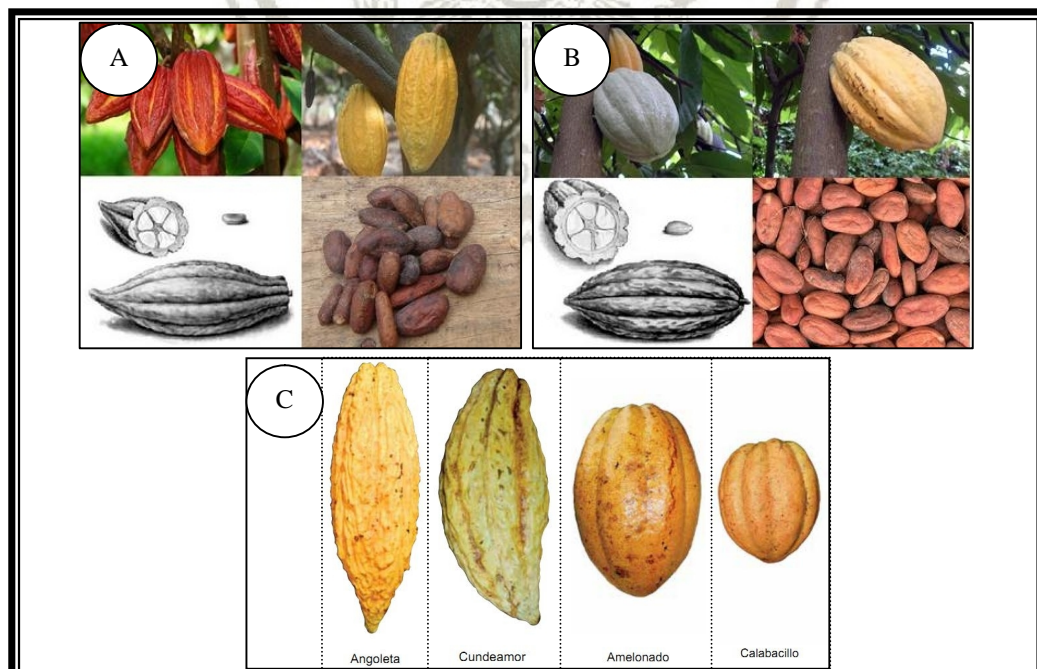
1,5 cm (Backer & Bakhuizen van den Brink, 1963). Berat kering atau satu biji kakao yang ideal mencapai 1 gram (Siregar *et al.*, 2010).

### 2.1.2 Varietas Kakao

Kakao memiliki tiga varietas yang umum dibudidayakan, yaitu *Criollo*, *Forastero* dan *Trinitario* (**Gambar 2.4**; Siregar *et al.*, 2010). *Criollo* dikenal sebagai kakao mulia karena mampu menghasilkan biji berkualitas tinggi dengan cita rasa yang khas serta hampir tidak ada kepahitan (Susanto, 1994). Namun demikian, varietas ini memiliki pertumbuhan tanaman yang kurang kuat, produksi yang relatif rendah dan rentan terhadap hama dan penyakit (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2012). *Criollo* memiliki kulit buah yang kasar dan alurnya jelas (Karmawati *et al.*, 2010). Buah berwarna hijau atau merah (karena adanya pigmen antosianin) dengan ujung buah yang sedikit melengkung (**Gambar 2.4.A**; Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2012). Jumlah biji di dalam setiap buah dapat mencapai 30 – 40 biji dengan bentuk biji bulat dan endosperm berwarna putih (Susanto, 1994).

*Forastero* dikenal sebagai kakao curah atau kakao lindak (Susanto, 1994). *Forastero* mampu menghasilkan biji dengan kualitas sedang namun memiliki pertumbuhan yang kuat, produksi tinggi, cepat berbuah dan tahan terhadap hama dan penyakit (Susanto, 1994). Buah dari varietas *forastero* ini berwarna hijau, tidak ada pigmen antosianin (**Gambar 2.4.B**; Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2012). *Forastero* menghasilkan biji lebih kecil dan pipih dibandingkan biji *Criollo* dengan endosperm berwarna ungu (Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 2012).

*Trinitario* merupakan hasil persilangan antara *Forastero* dan *Criollo* sehingga terdapat jenis - jenis baru yang mutunya baik (Susanto, 1994). *Trinitario* dapat digolongkan menjadi empat jenis, yaitu *Angoleta*, *Cundeamor*, *Amelonado* dan *Calabacillo* (**Gambar 2.4.C**). *Angoleta* mempunyai ciri ciri kulit luar kasar, buah besar, biji bulat, endosperm berwarna ungu dan bermutu superior (Susanto, 1994). Selanjutnya yaitu *Cundeamor*, yang memiliki ciri – ciri kulit buah kasar, bentuk biji pipih, endosperm berwarna ungu dan mutu superior (Susanto, 1994). Kemudian *Amelonado*, yang mempunyai ciri – ciri kulit sedikit halus, biji pipih dengan endosperm berwarna ungu (Susanto, 1994). Jenis *Trinitario* berikutnya *Calabacillo*, yang mempunyai ciri - ciri buah bulat, kulit buah sangat halus, alur-alurnya dangkal, endosperm berwarna ungu dan rasanya pahit (Susanto, 1994).



**Gambar 2.3.** Tiga varietas kakao, meliputi A. *Criollo* B. *Forastero* dan C. *Trinitario*. Sumber: (A) dan (B) dari <http://www.worldstandards.eu/chocolate%20-%20cacao.html> dan (C) dari Phillips-Mora *et al.* (2013).

## 2.2 Manfaat Tanaman Kakao

Kakao dibudidayakan oleh masyarakat terutama untuk dimanfaatkan buahnya (Wahyudi & Rahardjo, 2008). Bagian dari buah kakao yang dapat dimanfaatkan, seperti kulit buah, pulp dan biji kakao (Sihombing, 2008; Elizabeth, 2006 dan Erniati *et al.*, 2012).

Kulit buah kakao (*pod*) dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak (**Gambar 2.4.A**; Sihombing, 2008; Anas *et al.*, 2011; Murni *et al.*, 2012), pupuk organik cair dan bahan baku kompos (**Gambar 2.4.B** dan Dachlan *et al.*, 2009), bahan baku pembuatan zat warna alami (Wulan, 2001), bahan bakar alternatif (bioetanol; Pratiwi *et al.*, 2010) dan juga sebagai bahan baku pembuatan arang aktif untuk adsorben logam berat (Saputro, 2012; Masitoh & Sianita, 2013).

Pulp buah kakao juga dapat dimanfaatkan untuk berbagai produk, antara lain produk pangan seperti *nata de cacao* (**Gambar 2.4.C**; Elizabeth, 2006). Selain itu, pulp buah kakao dapat dimanfaatkan untuk produk non pangan seperti bioherbisida (Pratama *et al.*, 2013).

Biji kakao merupakan bahan yang kaya akan flavonoid, yang mempunyai kapasitas antioksidan dalam menangkal radikal bebas (Erniati *et al.*, 2012). Hasil pengolahan biji kakao dapat berupa *cocoa butter* dan *cocoa powder* (Departemen perindustrian, 2007). *Cocoa butter* merupakan lemak nabati alami yang mempunyai sifat yang unik, yaitu memiliki titik lebur 34 – 38 °C (Yulia, 2006). *Cocoa butter* juga merupakan salah satu lemak stabil yang mengandung antioksidan alami yang dapat mencegah ketengikan sehingga dapat disimpan selama 2 – 5 tahun (Yulia, 2006). Berbagai produk pangan yang dapat



dimanfaatkan dari *cocoa butter*, seperti sebagai pengganti margarin pada bolu kukus (Kuswartini, 2011), sebagai bahan dalam pembuatan permen dan kembang gula (**Gambar 2.4. D**). *Cocoa butter* juga dapat menghasilkan produk non pangan, seperti sebagai bahan untuk membuat sabun (**Gambar 2.4. E**; Yulia, 2012) dan kosmetik (Yulia, 2012).

*Cocoa powder* merupakan produk kakao dalam bentuk bubuk yang diperoleh dari biji kakao setelah dihilangkan sebagian lemaknya (Zairisman, 2006). *Cocoa powder* memiliki banyak manfaat baik dalam produk pangan maupun produk non pangan. Berbagai aneka minuman dan makanan dapat dibuat dari *cocoa powder*, seperti *hot choco*, *ice cream choco*, *mises*, *choco cipdan* campuran untuk membuat kue dan pudding (**Gambar 2.4.G.H;I**; Zairisman, 2006). *Cocoa powder* juga memiliki manfaat dalam bidang kosmetik seperti untuk perawatan kulit, seperti spa dan masker (**Gambar 2.4.F**). Selain itu, *Cocoa powder* juga memiliki manfaat dibidang kesehatan karena dengan mengkonsumsi coklat dipercaya dapat mencegah timbulnya penyakit kanker, jantung, mengurangi inflamasi, membantu pencegahan arthritis, menurunkan tekanan darah dan mencegah berbagai penyakit lainnya yang berkaitan dengan kardiovaskular (Surja *et al.*, 2010).



**Gambar 2.4** A. Kulit buah kakao yang dimanfaatkan sebagaipakan ternak,B. sebagai pupuk organik. C. Manfaat pulp kakao sebagai bahan baku *nata de cacao*. D. Produk biji olahan berupa *cocoa butter* sebagai bahan baku permen coklat, E. Sabun. F. *cocoa powder* untuk perawatan kulit (masker), G. Bahan baku makanan (*choco chip*), H. kue coklat dan I. bahan baku minuman. Sumber dari <http://www.digstar.com/images/cocoa>.

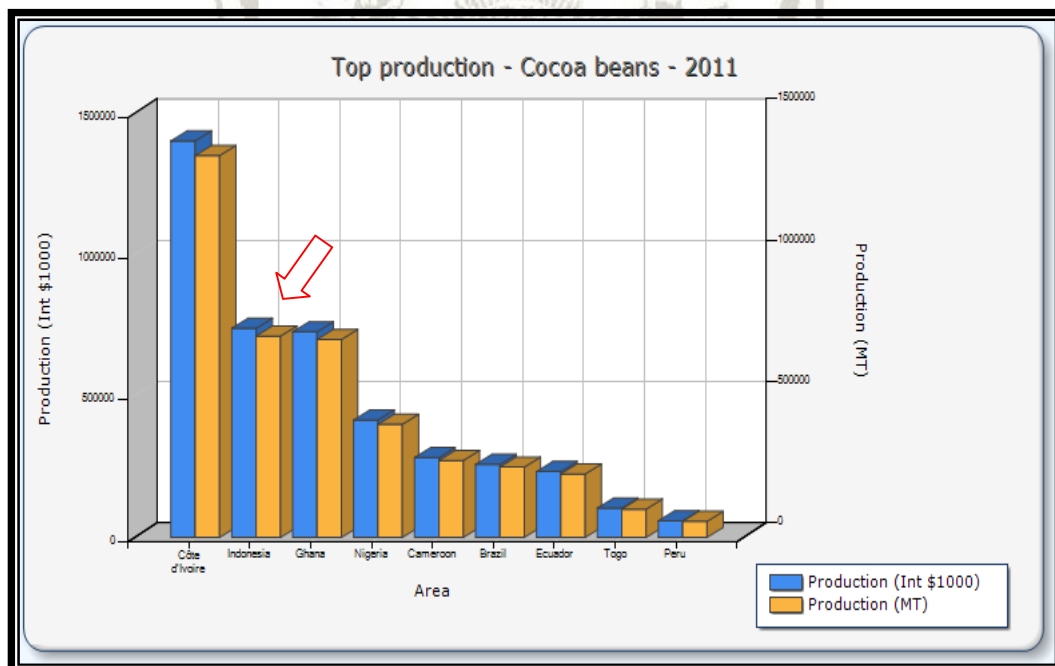
## 2.3 Budidaya Kakao dan Permasalahan Kakao Indonesia

### 2.3.1 Budidaya Kakao

Di Indonesia, kakao merupakan salah satu tanaman budidaya yang mempunyai peranan penting dalam perekonomian khususnya dalam penyerapan tenaga kerja dan sumber pendapatan dan devisa negara (Limbongan, 2011). Pada

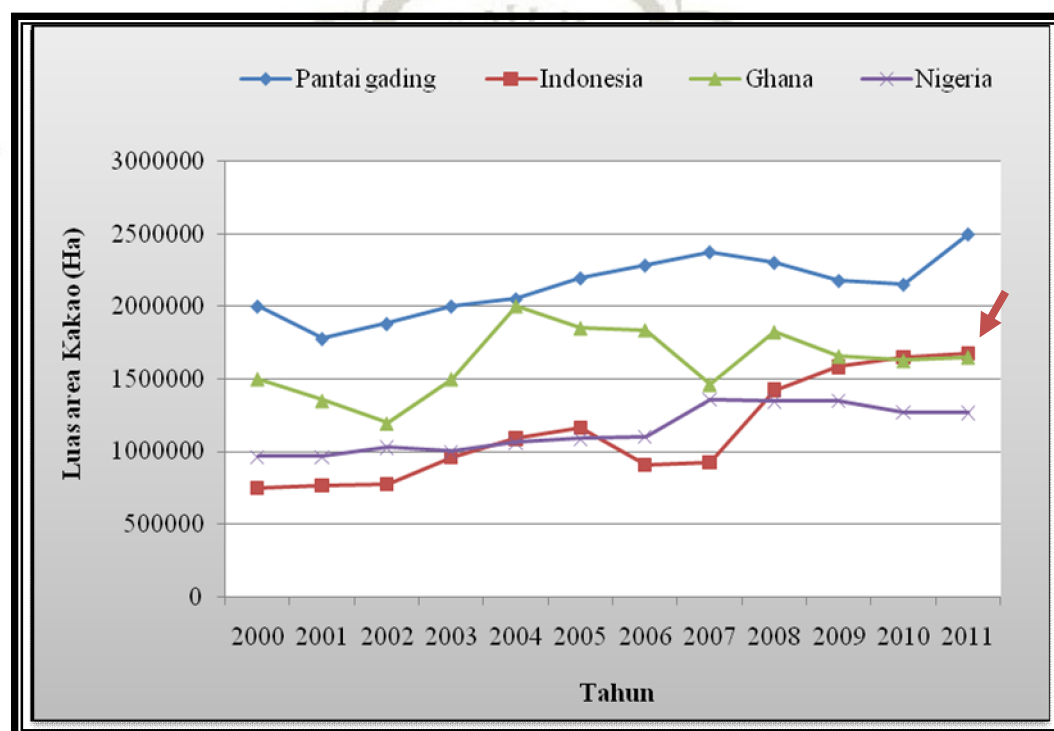
tahun 2009, kakao mampu menyerap tenaga kerja sekitar 1,5 juta kepala keluarga khususnya di kawasan Indonesia bagian Timur (Limbongan, 2012). Kakao juga berperan sebagai komoditas ekspor terbesar ketiga setelah karet dan minyak sawit dengan nilai ekspor mencapai lebih dari US \$900 juta pertahun (Limbongan, 2012).

Indonesia merupakan negara dengan total produksi kakao terbesar kedua di dunia, dengan nilai produksi dapat mencapai lebih dari 700 ribu ton pada tahun 2011. Sementara, negara dengan produksi kakao terbesar pertama dunia diduduki oleh Pantai Gading, dengan produksi dapat mencapai lebih dari 1,3 juta ton per tahun (**Gambar 2.5**; FAO, 2013).



**Gambar 2.5** Produksi kakao dunia pada tahun 2011. Sumber dari FAO (2013).

Tingginya produksi kakao Indonesia terjadi karena luas area perkebunan kakao di Indonesia yang meningkat dari tahun ke tahun. Pada tahun 2000, luas perkebunan kakao di Indonesia hanya berkisar 700 ribu ha, sedangkan pada tahun 2011, luas perkebunan kakao mencapai 1,67 juta ha atau 16 % dari total perkebunan kakao dunia. Dengan luas perkebunan tersebut menempatkan Indonesia sebagai negara dengan luas area terbesar nomor dua di dunia (**Gambar 2.6**). Namun demikian luas area perkebunan kakao tersebut masih di bawah Pantai Gading dengan luas area mencapai hampir 2,5 juta ha (FAO, 2013).



**Gambar 2.6** Perkembangan luas area negara penghasil kakao terbesar dunia dari tahun 2000 – 2011. Sumber dari FAO (2013).

### 2.3.2 Permasalahan Budidaya Kakao di Indonesia

Meskipun Indonesia merupakan negara dengan total produksi kakao terbesar kedua di dunia (**Gambar 2.5**; FAO, 2013), namun tingginya angka total produksi tersebut lebih disebabkan oleh luas area perkebunan kakao yang tinggi

pula (**Gambar 2.6**; FAO, 2013). Dalam hal produktivitas, perkebunan kakao di Indonesia hanya mampu menghasilkan biji sekitar 400 kg per hektar lahan dan menempatkan Indonesia sebagai negara urutan ke - 19 (**Gambar 1.1**; FAO, 2013). Angka produktivitas tersebut hampir sepertujuh dibandingkan dengan perkebunan dengan produktivitas tertinggi di dunia pada tahun 2011, yaitu Guatemala (hampir 2,7 ton per hektar). Bahkan dibandingkan dengan Malaysia, produktivitas perkebunan kakao di Indonesia hanya setengahnya (900 kg per hektar; FAO, 2013).

Banyak faktor yang diduga menjadi penyebab rendahnya produktivitas kakao di Indonesia, seperti adanya serangan hama dan penyakit serta usia tanaman yang relatif tua. Beberapa hama dan penyakit seperti penggerek buah (PBK; *Conopomorpha cramerella* Snell) dapat merusak buah dengan cara memakan kulit buah dan daging buah maupun plasenta (Limbongan, 2012). Akibatnya, hasil dan mutu buah kakao menurun tajam dengan adanya hama tersebut. Serangan PBK ini dapat merusak perkebunan kakao Indonesia dengan luas area yang dirusak dapat mencapai 348 ribu hektar (Limbongan, 2012).

Faktor usia tanaman kakao yang cukup tua (lebih dari 25 tahun) juga menurunkan produktivitas perkebunan sampai sebesar 50 % dari potensi produksinya (Limbongan, 2011). Saat ini terdapat hampir 90 % dari total perkebunan kakao di Indonesia telah berusia tua dan harus segera diremajakan (Taufik *et al.*, 2010).

Di antara faktor penyebab rendahnya produktivitas tersebut, faktor kualitas bibit yang rendah juga memegang peran penting (Limbongan, 2012). Oleh karena itu diperlukan upaya untuk meningkatkan kualitas bibit kakao yang ditanam di Indonesia.

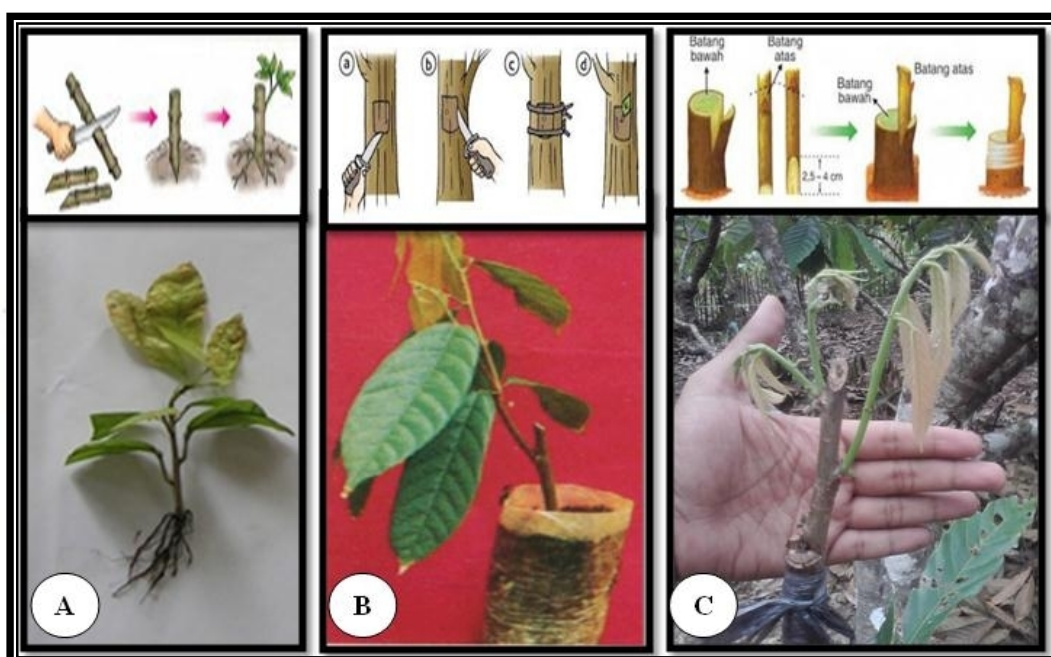
#### 2.4 Pembibitan Tanaman Kakao

Mayoritas petani di Indonesia menggunakan teknik pembibitan secara generatif melalui biji. Biji kakao yang dipanen dari tanaman kakao unggul di bersihkan dari pulp kemudian dikedambahkan selama 12 hari. Selanjutnya biji kakao ditanam di media tanam selama 2 bulan dan siap untuk digunakan sebagai bibit setelah berumur 4 – 6 bulan (Rahardjo, 2010).

Teknik ini memiliki keunggulan berupa mudah diaplikasikan serta dapat dihasilkan bibit dalam jumlah yang masal. Namun demikian, bibit yang dihasilkan dengan teknik tersebut memiliki kelemahan berupa sifat genetik yang dihasilkan tidak seragam (Prawoto *et al.*, 2010). Hal ini terjadi karena kakao melakukan penyerbukan silang dalam menghasilkan biji sehingga bibit yang dihasilkan sangat bervariasi secara genetik (Li *et al.*, 1998).

Alternatif lain yang digunakan oleh para petani untuk menghasilkan bibit yang relatif sama dengan induknya adalah pembibitan secara vegetatif melalui stek, okulasi ataupun sambung pucuk (**Gambar 2.7**; Siregar *et al.*, 2010). pembibitan kakao melalui stek dilakukan dengan cara memotong cabang atau ranting yang masih muda kemudian ditanam tegak lurus di polibag (**Gambar 2.7**; Siregar *et al.*, 2010). Stek akan mulai muncul akar setelah berumur 3 minggu dan siap digunakan sebagai bibit setelah berumur 6 bulan (Rahardjo, 2010).

Teknik ini akan menghasilkan tanaman dengan sifat genetik yang sama dengan induknya (Siregar *et al.*, 2010) dan mampu menghasilkan buah lebih cepat dibandingkan dengan teknik generatif (Rahardjo, 2010). Namun bibit yang dihasilkan memiliki pertumbuhan yang lambat, tidak mampu menghasilkan bibit dalam jumlah yang masal karena terbatasnya cabang yang bisa distek serta merusak tanaman induknya (Li *et al.*, 1998).



**Gambar 2.7** Perbanyakan vegetatif dengan cara A. Stek B. okulasi C. Sambung. Sumber (A) dari <http://surabayacargoexpress.idonetwork.co.id/2400413/kirim-kakao.htm>; (B), (C) dari <http://andyregos.wordpress.com/kakao/>.

Cara vegetatif lain yang banyak digunakan oleh petani adalah melalui okulasi. Okulasi dilakukan dengan cara menempelkan mata tunas yang diambil dari kakao unggul pada batang bibit kakao yang diperoleh dari perkecambahan biji. Mata tunas ditempelkan pada kulit kayu yang telah disayat kemudian diikat dan dipelihara sampai mata tunas tersebut tumbuh dan berkembang menjadi batang baru (**Gambar 2.7.B**; Rahardjo, 2010). Bibit yang dihasilkan dengan

teknik ini memerlukan waktu sekitar 4 - 5 bulan agar bibit siap tanam ke lahan. Teknik ini mampu menghasilkan bibit secara masal dengan sifat sesuai dengan induk yang dijadikan sumber mata tunas (Rahardjo, 2010; Siregar *et al.*, 2010), Namun teknik tersebut akan merusak tanaman induk disamping persentase keberhasilan yang masih rendah (Li *et al.*, 1998).

Teknik lain yang digunakan oleh petani untuk menghasilkan bibit lebih cepat dibandingkan okulasi adalah teknik sambung pucuk (Siregar *et al.*, 2010). Pada teknik ini potongan cabang muda dari pohon unggul disambungkan dengan bibit kakao yang diperoleh dari biji (**Gambar 2.7.C**). Teknik ini akan dihasilkan pohon kakao yang sama dengan induknya, namun terbatasnya jumlah pucuk yang akan disambung serta rusaknya tanaman induk menjadi kendala pembibitan menggunakan teknik ini disamping tingkat keberhasilan yang rendah (Li *et al.*, 1998).

Salah satu teknik yang dapat digunakan untuk mengatasi kelemahan pembibitan secara konvensional di atas khususnya dalam hal menghasilkan bibit secara masal dengan kualitas yang seragam dan sama dengan induknya adalah dengan menggunakan teknik kultur jaringan. Kultur jaringan tanaman merupakan teknik perbanyakan tanaman secara vegetatif dengan cara mengisolasi bagian tanamandan ditumbuhkan pada media tanam buatan yang aseptis (Hendaryono & Wijayani, 1994; Zulkarnain, 2009). Teknik tersebut mampu menghasilkan bibit yang identik dengan sifat induknya, seragam dan dapat dihasilkan bibit secara masal (Hendaryono & Wijayani, 1994). Namun demikian, teknik ini memiliki



kelemahan utama tidak semua tanaman berhasil diperbanyak dengan menggunakan teknik kultur jaringan.

Beberapa teknik telah dikembangkan untuk memperbanyak tanaman melalui kultur jaringan seperti melalui teknik kultur meristem, kultur pucuk maupun kultur tunas aksilar (Hendaryono & Wijayani, 1994; Zulkaenain, 2009). Kultur meristem merupakan teknik kultur jaringan dengan menggunakan eksplan berupa jaringan meristematik dengan ukuran dapat mencapai 0,1 – 0,5 mm untuk menghasilkan bibit bebas virus (Zulkarnain, 2009). Sampai saat ini teknik kultur meristem belum berhasil diaplikasikan pada tanaman kakao (Zulkarnain, 2009).

Kultur pucuk dilakukan dengan menanam ekplan pucuk ke dalam medium tanam kemudian dimultiplikasikan untuk menghasilkan bibit dalam jumlah masal (Flynn *et al.*, 1990). Tingkat keberhasilan kultur pucuk kakao sampai saat ini masih rendah sehingga belum dapat diaplikasikan secara masal (Flynn *et al.*, 1990).

Kultur tunas aksilar merupakan teknik kultur jaringan dengan mengkulturkan tunas aksilar ke dalam medium tanam hingga menjadi tanaman lengkap untuk perbanyakkan secara masal (Zulkarnain, 2009). Namun, tingkat keberhasilan teknik ini juga masih cukup rendah (Figuera *et al.*, 1991).

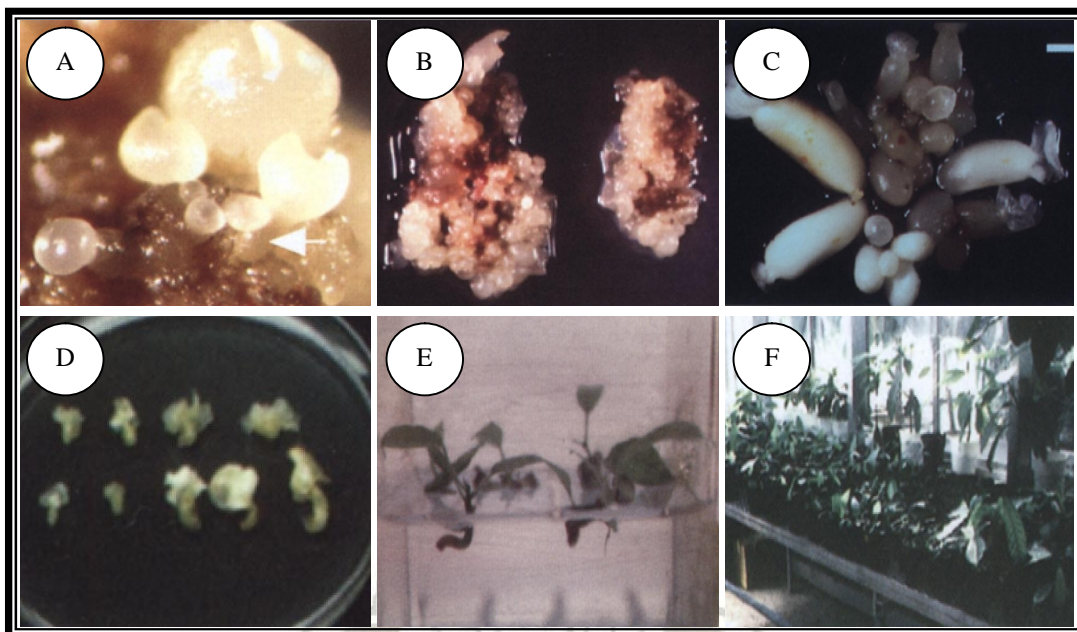
Salah satu teknik kultur jaringan yang mulai dikembangkan untuk menyediakan bibit kakao secara *in vitro* adalah dengan hasil yang lebih baik dibandingkan dengan teknik kultur jaringan yang lain adalah melalui teknik embriogenesis somatik (Winarsih *et al.*, 2003; Avivi *et al.*, 2010).

## 2.5 Perkembangan Penelitian Embriogenesis Somatik Kakao

Embriogenesis somatik adalah teknik budidaya tanaman secara *in vitro* dimana sel somatik berkembang membentuk tumbuhan baru melalui tahap perkembangan embrio yang spesifik tanpa melalui peleburan sel gamet (Purnamaningsih, 2002). Pelaksanaan embriogenesis somatik pada tanaman kakao umumnya meliputi 4 tahap spesifik, yaitu (1) induksi kalus embriogenik (2) induksi embrio somatik, (3) perkecambahan, dan (4) aklimatisasi (Purnamaningsih, 2002).

Pada tahap induksi kalus embriogenik, eksplan disterilkan dan ditumbuhkan pada media tanam dengan penambahan zat pengatur tumbuh (ZPT) dengan konsentrasi tertentu (Winarsih *et al.*, 2003). Eksplan dipelihara sampai terinduksi sekelompok sel membentuk kalus embriogenik. Namun tidak semua kalus yang diperoleh bersifat embriogenik.

Pada tahap induksi embrio, kalus dipelihara pada medium dengan penambahan zat pengatur tumbuh sitokinin tanpa auksin sehingga mulai terinduksi embrio. Embrio yang terbentuk dimulai dari tahap globular, hati, terpedo dan kotiledon (**Gambar 2.8**; Purnamaningsih, 2002). Tahap yang ketiga yaitu perkecambahan, yaitu embriosomatik yang terbentuk dikecambahkan untuk menjadi tanaman lengkap dengan tunas dan akar (Planlet; **Gambar 2.8**; Purnamaningsih, 2002). Pada tahap aklimatisasi, bibit tanaman dipindahkan ke lingkungan eksvitro (**Gambar 2.8**; Purnamaningsih, 2002).



**Gambar 2.8** Perkembangan tahap embrio (A-E) pada tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) A. Tahap globular; B. hati; C terpedo; D. kotiledon E. planlet, dan F. aklimatisasi (Li *et al.* (1998).

Kelebihan dari kultur embriogenesis somatik kakao di antaranya mampu mampu menghasilkan bibit dalam jumlah besar (Li *et al.*, 1998), sifat genetik bibit yang dihasilkan identik dengan tanaman induknya (Avivi *et al.* 2010), tanaman yang dihasilkan memiliki sistem akar tunggang seperti tanaman yang berasal dari biji (Li *et al.*, 1998) dan menghasilkan embrio bipolar yang memiliki tunas dan akar yang diperlukan bagi pertumbuhan tanaman lengkap (Zulkarnain, 2009). Namun demikian, teknik ini memiliki kelemahan berupa tingkat keberhasilan induksi embrio somatik kakao masih rendah (0 – 50 % ;Winarsih *et al.*, 2003; Avivi *et al.*, 2010) dan membutuhkan penanganan yang intensif misalnya perlu subkultur yang berulang-ulang untuk menghasilkan kalus embriogenik (Purnamaningsih, 2002).

Teknik embriogenesis somatik banyak dilakukan pada berbagai tanaman, diantaranya pada tanaman ginseng (Choi *et al.*, 1998), *Manihot esculenta* Cranz (Groll *et al.*, 2001), jati (Armaniar, 2002), kopi (Oktavia *et al.*, 2003), palm (Alkhateeb, 2006), jabon (*Anthocephalus cadamba*; Apurva & Thakur, 2009), melon (*Cucumis melo*; Comlekcioglu *et al.*, 2009), dan kentang (Lengkong, 2009). Pada tanaman kakao, berbagai upaya telah dilakukan untuk mengaplikasikan teknik embriogenesis somatik guna menghasilkan bibit unggul. Namun sampai saat ini tingkat keberhasilannya masih sangat bervariasi berkisar antara 0 - 100 % bergantung kepada genotipe kakao yang digunakan. Jumlah embrio yang berhasil diinduksi dari setiap eksplan yang ditanam juga bervariasi dari 1 - 45 buah embrio somatik per eksplan bergantung kepada genotipe yang digunakan (Li *et al.*, 1998).

Berbagai upaya telah dilakukan untuk meningkatkan keberhasilan induksi embriogenesis somatik kakao, seperti penggunaan berbagai jenis eksplan (Siregar, 1991; Chantrapradist & Kanchanapoom, 1995; Li *et al.*, 1998), uji berbagai medium dasar (Li *et al.*, 1998; Winarsih *et al.*, 2003; Avivi *et al.*, 2010) maupun penambahan kadar garam makronutrient (Minyaka *et al.*, 2008; Emile *et al.*, 2010).

Penelitian pertama tentang embrio somatik kakao dilakukan oleh Pence *et al* pada tahun 1979 dengan menggunakan eksplan daun (Dinarti, 1991). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa eksplan yang digunakan hanya membentuk kalus. Penelitian lain juga dilakukan menggunakan eksplan embrio buda muda dan memperoleh embrio somatik dengan persentase keberhasilan

dapat mencapai 0 - 27 % (Dinarti, 1991). Berbeda dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Chantrapradist dan Kanchanapoom (1995) dengan menggunakan eksplan kotiledon. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa eksplan yang digunakan tidak berhasil membentuk embrio.

Penggunaan eksplan bunga dimulai pada tahun 1989 dengan mengisolasi staminodia kemudian dipelihara di medium tanam (Li *et al.*, 1998). Hasil penelitian menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan embrio somatik bervariasi antara 0,8 – 100 % tergantung genotipe yang digunakan. Namun pada penelitian tersebut hanya mengisolasi staminodia.

Winarsih *et al.* (2003) melakukan penelitian dengan mengisolasi berbagai macam organ bunga, seperti staminodia dan petala untuk menginduksi embrio somatik. Hasil penelitian menunjukkan tingkat keberhasilan yang bervariasi tergantung eksplan dan genotipe yang digunakan. Genotipe Sca 6 memberikan hasil yang terbaik dengan tingkat keberhasilan induksi embrio somatik pada staminodia dapat mencapai 32 %, sedangkan pada eksplan petala dihasilkan embrio somatik dapat mencapai 45 %.

Penelitian yang sama dilakukan oleh Avivi *et al.* (2010) menggunakan eksplan petala dan staminodia. Tingkat keberhasilan induksi embrio somatik juga bervariasi tergantung eksplan dan genotipe yang digunakan. Genotipe Sca 6 memberikan hasil yang terbaik. Hasil penelitian menunjukkan tingkat keberhasilan induksi embrio somatik pada eksplan petala dapat mencapai 52,2 %. Hasil tersebut lebih tinggi dibandingkan penelitian Winarsih *et al.* (2003), sedangkan pada eksplan staminodia dengan genotipe Sca 6 diinduksi embrio

hanya 0 %. Hasil tersebut lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Winarsih *et al.* (2003) dan Li *et al.* (1998).

Upaya lain juga telah dilakukan untuk meningkatkan keberhasilan induksi embrio somatik kakao diantaranya adalah dengan menggunakan medium dasar yang berbeda. Li *et al.* (1998) menggunakan medium dasar DKW (Driver dan Kuniyuki, 1984) untuk menginduksi embrio somatik kakao dari beberapa genotipe kakao. Penelitian tersebut menunjukkan hasil yang tidak konsisten karena tingkat keberhasilannya sangat tergantung kepada genotipe yang digunakan. Genotipe ICS 67 hanya mampu diinduksi embrio somatik dengan tingkat keberhasilan mencapai 0,8 %, sedangkan genotipe Sca 6-1 berhasil diinduksi embrio somatik dengan tingkat keberhasilan mencapai 100 %.

Karena tingkat keberhasilan yang bervariasi tersebut kemudian Winarsih *et al.* (2003) dan Avivi *et al.* (2010) mencoba meningkatkan keberhasilan embrio somatik menggunakan medium dasar yang lain, yaitu MS (Murashige & Skoog, 1962). Hasil penelitian Winarsih *et al.* (2003) menggunakan genotipe Sca 6 menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan embrio somatik hanya dapat mencapai 46 %, sedangkan pada penelitian Avivi *et al.* (2010) dengan menggunakan genotipe Sca 6 tingkat keberhasilan dapat mencapai 52,2 %.

Selain penggunaan medium dasar yang berbeda, upaya lain yang telah dilakukan untuk meningkatkan keberhasilan induksi embrio somatik kakao adalah dengan penambahan kadar garam makronutrient (Minyaka *et al.*, 2008; Emile *et al.*, 2010). Minyaka *et al.* (2008) melakukan penelitian embriogenesis somatik dengan penambahan  $K_2SO_4$  dan  $MgSO_4$  ke dalam media. Hasil penelitian

menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan induksi embrio somatik dapat mencapai 30,14 %. Penelitian yang sama dilakukan oleh Emile *et al.* (2010). Namun hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa tingkat keberhasilan induksi embrio lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Minyaka *et al.* (2008) dengan persentase keberhasilan kurang dari 30 %.

Salah satu faktor yang diduga menjadi penyebab rendahnya keberhasilan embriogenesis somatik kakao adalah belum digunakannya zat pengatur tumbuh (ZPT) yang tepat baik jenis maupun konsentrasinya.

## **2.6 Zat Pengatur Tumbuh**

ZPT merupakan senyawa organik baik yang bersifat sintetik maupun yang disintesis oleh tumbuhan dan jika diberikan pada konsentrasi rendah mampu mempengaruhi respon pada bagian tumbuhan (Salisbury & Ross, 1992). Aktivitas ZPT dipengaruhi oleh konsentrasi dan spesies tanaman. ZPT sering efektif jika diberikan pada bagian tumbuhan dengan konsentrasi mendekati 1  $\mu\text{M}$  (Salisbury & Ross, 1992). Aktivitas ZPT juga dipengaruhi oleh spesies tanaman, karena setiap tanaman memiliki respon yang berbeda (Salisbury & Ross, 1992). Pada kultur jaringan, pembentukan kalus, tunas dan akar pada bagian jenis tanaman tertentu yang dikulturkan ditentukan oleh penggunaan konsentrasi ZPT yang tepat dan sesuai (Hendaryono & Wijayani, 1994).

Secara umum, ZPT yang sering digunakan dalam kultur jaringan ada empat kelompok, yaitu auksin, sitokinin, giberelin dan asam absisat (Salisbury & Ross, 1992). Auksin adalah hormon tumbuhan yang ditemukan pada akar dan batang. Auksin berperan sebagai herbisida, pembentukan akar dan perkembangan kuncup

samping (Salisbury & Ross, 1992). Pada kultur jaringan auksin juga berperan dalam meningkatkan pemanjangan sel, pembelahan sel, dan pembentukan akar, dan menginduksi kalus. Auksin juga berpengaruh dalam menghambat pembentukan tunas adventif dan tunas aksilar (Zulkarnain, 2009). Pada konsentrasi tinggi, auksin lebih bersifat menghambat daripada merangsang pertumbuhan (Hendaryono & Wijayani, 1994). Berbagai macam ZPT golongan auksin seperti *asam indol asetat* (IAA), *asam - naftalenasetat* (NAA), *asam 2,4 diklorofenoksiasetat* (2,4 - D), *asam indol butirikasetat* (IBA), *asam 2-metil-4-diklorofenoksiasetat* (MCPA), *asam 2,4,5 - triklorofenoksiasetat* (2,4,5 - T; Salisbury & Ross, 1992).

Sitokinin merupakan senyawa yang terdapat di jaringan pembuluh berbagai jenis tumbuhan. Sitokinin juga ditemukan pada endosperm cair buah kelapa (Salisbury & Ross, 1992). Sitokinin berperan dalam memacu pembelahan sel dan pembentukan organ, mendorong pemanjangan sel, menunda penuaan, memacu perkembangan kloroplas dan sintesis klorofil (Salisbury & Ross, 1992). Pemberian sitokinin ke dalam medium kultur jaringan juga sangat penting dalam meningkatkan pembelahan sel, proliferasi pucuk, morfogenesis pucuk, perkecambahan biji (Zulkarnain, 2009). Pemberian sitokinin bersama dengan auksin pada medium dapat memberikan pengaruh interaksi terhadap diferensiasi jaringan. Pemberian auksin dengan konsentrasi yang relatif tinggi akan memacu pembentukan akar. Sedangkan pemberian sitokinin dengan konsentrasi yang relatif tinggi akan merangsang pembentukan tunas (Hendaryono & Wijayani, 1994). Berbagai macam ZPT golongan sitokinin yaitu zeatin, kinetin (*Furfuryl*



*amino purine*), BAP (6-benzil amino purine), 2-IP (*isopentenyl adenine*) dan adenin (6-*amino purine*) (Salisbury & Ross, 1992).

Giberelin (asam giberelat) merupakan senyawa yang terdapat pada *Angiosperma*, *Gymnosperma*, paku – pakuan (Salisbury & Ross, 1992). Giberelin mempunyai kemampuan dalam memacu pemanjangan batang tanaman utuh, memacu perkecambahan biji dorman dan pertumbuhan kuncup dorman serta memacu perbungaan (Salisbury & Ross, 1992). Pada media kultur jaringan giberelin berperan dalam meningkatkan perkecambahan biji, menginduksi pemanjangan ruas dan pemanjangan pucuk (Zulkarnain, 2009).

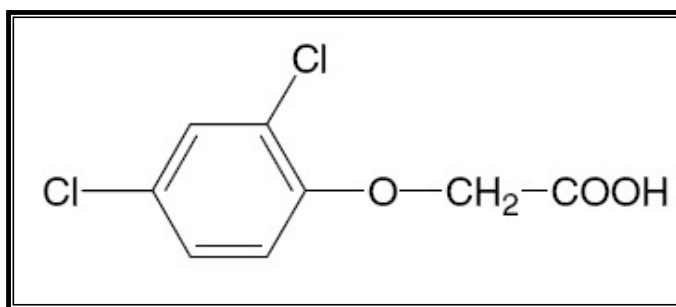
Asam absisat (ABA) merupakan senyawa yang umum ditemukan pada tumbuhan berpembuluh, berbagai jenis lumut dan ganggang hijau (Salisbury & Ross, 1992). ABA mempunyai kemampuan dalam menginduksi penutupan stomata ketika rawan air dan menghambat pertumbuhan (menyebabkan dormansi) (Salisbury & Ross, 1992). Pada kultur jaringan ABA jarang digunakan, namun memiliki aplikasi yang spesifik dalam perangsang perkembangan embrioid dari kalus (Zulkarnain, 2009).

Pada teknik embriogenesis somatik kakao, ada dua golongan ZPT yang sering digunakan yaitu auksin dan sitokinin. Salah satu senyawa auksin yang banyak digunakan adalah 2,4-D sedangkan salah satu sitokinin yang sering digunakan adalah adenin.

### 2.6.1 Asam 2,4-diklorofenoksiasetat (2,4 –D)

2,4 – D adalah senyawa golongan auksin sintetis yang tersusun atas klor, karbon, hydrogen dan oksigen (**Gambar 2.9**; Salisbury & Ross, 1992) yang memiliki rumus kimia  $C_8H_6Cl_2O_3$  dengan berat molekul 221,04 g/mol. 2,4-D mempunyai sifat lebih stabil daripada auksin lainnya, karena tidak mudah mengalami kerusakan oleh cahaya maupun pemanasan pada saat sterilisasi (Hendaryono & Wijayani, 1994). 2,4-D juga banyak digunakan dalam kultur jaringan, terutama dilakukan dalam menginduksi kalus (Zulkarnain, 2009).

Fungsi 2,4 – D yaitu berperan dalam pembelahan sel, pembentukan akar dan sebagai herbisida yang aktif (Salisbury & Ross, 1992). Seperti halnya auksin yang lain, 2,4-D mampu merangsang pembelahan dan pembesaran sel pada eksplan jika sel tumbuhan diberi perlakuan dengan konsentrasi yang rendah (Salisbury & Ross, 1992). 2,4 – D juga berperan dalam pembentukan akar dengan memacu pemanjangan potongan akar atau akar utuh pada konsentrasi sangat rendah ( $10^{-7}$  –  $10^{-13}$  M), sedangkan pada konsentrasi yang lebih tinggi ( $10^{-6}$  M) malah justru menghambat (Lakitan, 1996). Selain itu, 2,4-D memiliki aktivitas auksin sebagai herbisida yang aktif, maka sering dipakai untuk membunuh gulma berdaun lebar pada tanaman sereal dan rumput halaman (Lakitan, 1995).



**Gambar 2.8** Struktur bangun asam 2,4-diklorofenoksiasetat (2,4-D). Sumber dari: Salisbury & Ross (1992).

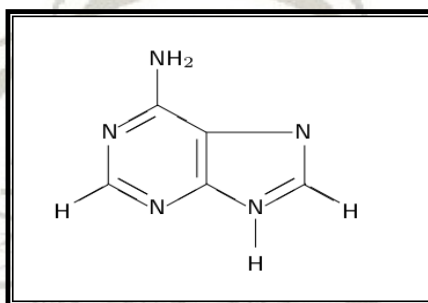
Mekanisme kerja 2,4-D berkaitan dengan kemampuan ZPT tersebut dalam meningkatkan jumlah  $H^+$  ke dinding sel sehingga mengakibatkan pH dinding sel menjadi rendah. pH yang asam tersebut akan menyebabkan enzim-enzim yang berfungsi dalam degradasi ikatan polisakarida pada dinding sel menjadi aktif. Dengan putusya ikatan polisakarida tersebut akan menyebabkan dinding sel menjadi lebih mudah memanjang apabila terjadi tekanan dari sitoplasma (Salisbury & Ross, 1992). Hipotesis tersebut biasa disebut hipotesis pertumbuhan asam.

Pada kultur jaringan tumbuhan, 2,4-D telah banyak diaplikasikan untuk menginduksi pembentukan embrio somatik, misalnya pada tanaman *Acalypha indica* (Rahayu *et al.*, 2003), jati (Armaniar, 2002), kopi (Oktavia *et al.*, 2003), jahe (*Zingiber officinale* Rosc.) (Bakti *et al.*, 2005), lamtoro (Sapsuha, 2009), gambir (Adri, 2012) maupun nanas (Roostika *et al.*, 2012).

Pada tanaman kakao, penggunaan 2,4-D untuk menginduksi embriogenesis somatik juga telah diaplikasikan dan menunjukkan hasil yang bervariasi. Pemberian 2,4-D pada konsentrasi  $4,3 \times 10^{-6}$  M berhasil menginduksi pembentukan embrio somatik kakao dengan tingkat keberhasilan mencapai 40 % (Winarsih *et al.*, 2003). Pada konsentrasi yang lebih tinggi ( $9 \times 10^{-6}$  M), 2,4-D mampu menginduksi pembentukan embrio somatik lebih besar, yaitu dapat mencapai 52,2 % (Avivi *et al.*, 2010), sedangkan pada konsentrasi yang lebih tinggi lagi ( $1,8 \times 10^{-5}$  M) tidak berhasil menginduksi pembentukan embrio somatik (Salazar *et al.*, 2006).

### 2.6.2 Adenin (*6 - amino purine*)

Adenin adalah bentuk dasar dari sitokinin berbentuk *6 - amino purine* yang mengandung unsur karbon, hydrogen, nitrogen dan oksigen (**Gambar 2.10**; Salisbury & Ross, 1992). Adenin memiliki rumus kimia  $C_5H_5N_5$  dengan berat molekul dapat mencapai 135,13 gr/mol. Dalam kultur jaringan, fungsi adenin seperti halnya dengan sitokinin lainnya adalah untuk merangsang pembelahan sel, menunda penuaan dan merangsang pembentukan khloroplas serta merangsang sintesis khlorofil (Salisbury & Ross, 1992).



**Gambar 2.10** Rumus bangun adenin. Sumber dari: Salisbury dan Ross (1992)

Kemampuan adenin dalam menginduksi pembelahan sel, menunda penuaan dan merangsang pembentukan klorofil tersebut diduga erat kaitannya dengan fakta bahwa adenin merupakan salah satu basa N purin yang digunakan dalam membentuk nukleotida dari asam nukleat DNA dan RNA (Salisbury & Ross, 1992). Kondisi tersebut memunculkan dugaan bahwa adenin memiliki peran penting dalam metabolisme asam nukleat dan sintesa protein sehingga menunjukkan peran yang menonjol dalam mengontrol terekspresikannya suatu sifat tertentu dari suatu sel atau jaringan (Salisbury & Ross, 1992). Pada umumnya, kondisi adenin atau sitokinin dengan konsentrasi yang tinggi pada suatu sel atau jaringan akan merangsang munculnya tunas sedangkan pada

konsentrasi yang rendah akan merangsang munculnya akar (Salisbury & Ross, 1992).

Penelitian tentang pengaruh adenin dalam kultur jaringan khususnya melalui teknik embriogenesis somatik telah banyak dilaporkan. Penambahan adenin ke dalam medium tanam telah dilaporkan berhasil menginduksi embrio somatik pada beberapa tanaman, seperti *Citrus unshiu* Marc (Ling *et al.*, 1990) dan *Manihot esculenta* Cranz (Wongtiem *et al.*, 2011).

Pada tanaman kakao, penggunaan adenin untuk menginduksi embriogenesis somatik juga telah diaplikasikan dan menunjukkan hasil yang bervariasi. Pemberian adenin pada konsentrasi  $7,4 \times 10^{-7}$  M berhasil menginduksi pembentukan embrio somatik kakao dengan tingkat keberhasilan mencapai 46,67 % (Winarsih *et al.*, 2003). Namun, pada konsentrasi yang lebih tinggi ( $1,8 \times 10^{-6}$  M), adenin mampu menginduksi pembentukan embrio somatik lebih besar yaitu dapat mencapai 52,2 % (Avivi *et al.*, 2010). Pada kedua penelitian tersebut medium dasar yang digunakan untuk menginduksi embrio somatik kakao adalah medium MS (Murashige & Skoog, 1962). Medium tersebut telah dilaporkan memiliki kemampuan menghasilkan embrio sedikit lebih rendah dibandingkan dengan medium khusus kakao, DKW (Li *et al.*, 1998). Oleh karena itu dalam penelitian ini akan diuji pengaruh penambahan adenin ke dalam medium tanam DKW terhadap keberhasilan induksi embrio somatik kakao.

## 2.7 Air Kelapa

Air kelapa adalah endosperma cair buah kelapa yang mengandung bahan organik kompleks untuk meningkatkan pertumbuhan tanaman (Salisbury & Ross, 1996). Air kelapa merupakan senyawa yang mengandung diphenil urea yang berperan dalam memacu pembelahan sel (Salisbury & Ross, 1992).

Hasil analisis terhadap kandungan air kelapa menunjukkan bahwa air kelapa yang masih muda memiliki kandungan vitamin C, riboflavin, vitamin B5, inositol, biotin, piridoksin, thiamin dan berbagai mineral (Kristina & Syahid, 2012). Pada air kelapa juga ditemukan sukrosa dalam kadar yang tinggi, sekitar 53 % (v/v) (Kristina & Syahid, 2012).

Penambahan air kelapa ke dalam medium tanam telah berhasil meningkatkan embriogenesis somatik pada banyak tanaman, seperti pada tanaman kelapa sawit (Riyadi *et al.*, 2007), lengkung (Roostika *et al.*, 2009), *Gymnema sylvestre* (Ahmed *et al.*, 2009), jabon (Apurva & Thakur, 2009). Pada tanaman kakao, pemberian air kelapa sebanyak 10 % (v/v) ke dalam medium tanam telah berhasil menginduksi pembentukan embrio somatik kakao sebanyak 2,32 / botol kultur (Dinarti, 1991). Namun, pada penelitian yang lain, penambahan air kelapa ke dalam medium tanam hanya dapat menginduksi kalus pada tanaman kakao (Ariati *et al.*, 2012). Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan uji pengaruh air kelapa terhadap keberhasilan induksi embrio somatik pada tanaman kakao menggunakan eksplan bunga.