

BAB II

LANDASAN TEORI

Dalam menyelesaikan permasalahan pada pembuatan tugas akhir ini, terdapat beberapa landasan teori yang mendukung penerapan dari aplikasi sistem pakar untuk menentukan penyakit pada tanaman coklat dengan metode *forward chaining*. Berikut ini adalah penjelasan secara detail tentang teori-teori yang menunjang dalam pembuatan aplikasi sistem pakar.

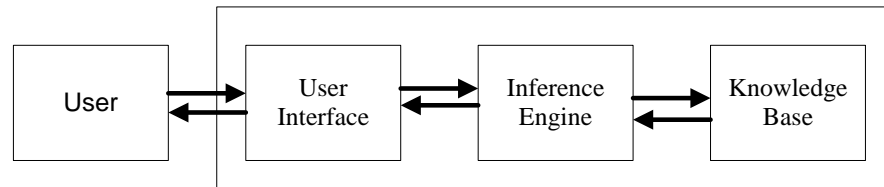
2.1 Konsep Dasar Sistem Pakar

Menurut Irawan (2007), sistem pakar adalah sebuah program komputer yang mencoba meniru atau mensimulasikan pengetahuan (*knowledge*) dan ketrampilan (*skill*) dari seorang pakar pada area tertentu. Pada umumnya pengetahuan sistem pakar berusaha menirukan metodologi dan kinerja dari seorang manusia yang dalam domainnya. Tujuan dari sistem pakar sebenarnya bukan untuk menggantikan peran manusia, tetapi untuk mensubstitusikan pengetahuan manusia kedalam bentuk sistem, sehingga dapat digunakan oleh orang banyak.

Menurut Irawan (2007), keuntungan yang didapat dari sistem pakar adalah tidak terbatas karena dapat digunakan kapanpun juga. Pengetahuannya bersifat konsisten, kecepatan untuk memberikan solusi lebih cepat dari pada manusia dan biaya yang dikeluarkan sedikit. Kecepatan untuk menemukan solusi sifatnya bervariasi dan biaya yang harus dikeluarkan untuk konsultasi biasanya mahal.

Menurut Gonzales (1993), sistem pakar mempunyai 3 bagian utama, yaitu mesin referensi (*User Interface*), mesin inferensi (*Inference Engine*) dan basis

pengetahuan (*Knowledge Base*). Hubungan ketiga bagian tersebut dapat dinyatakan seperti Gambar 2.1 di bawah ini.



Gambar 2.1 Bagian Utama Sistem Pakar

1. User Interface

User Interface adalah perangkat lunak yang menyediakan media komunikasi antar *user* dengan sistem. *User interface* memberikan memberikan berbagai fasilitas informasi dan berbagai keterangan yang bertujuan untuk membantu mengarahkan alur penelusuran masalah sampai ditemukan sebuah solusi (Andi, 2003).

2. Inference Engine

Menurut Andi (2003), *inference engine* bagian dari sistem pakar yang melakukan penalaran dengan menggunakan isi *rules* berdasarkan urutan dan pola tertentu. Selama proses konsultasi antara sistem dengan *user*, *inference engine* menguji *rules* satu demi satu sampai kondisi *rules* itu benar. Secara umum ada dua metode *inference engine* dalam sistem pakar, yaitu runut maju (*forward chaining*) dan runut balik (*backward chaining*).

3. *Knowledge Base*

Knowledge base merupakan inti program sistem pakar. Pengetahuan ini merupakan representasi pengetahuan dari seorang pakar. Menurut Irawan (2007), *knowledge base* bias direpresentasikan dalam berbagai macam bentuk, salah satunya adalah bentuk sistem berbasis aturan (*ruled-based system*). *Knowledge base* tersusun atas fakta yang berupa informasi tentang obyek dan *rules* yang merupakan informasi tentang cara bagaimana membuktikan fakta baru dari fakta yang telah diketahui.

2.2 Ciri-Ciri Sistem Pakar

Ciri-ciri sistem pakar adalah sebagai berikut (Kusrini, 2006):

1. Terbatas pada bidang yang spesifik.
2. Dapat memberikan penalaran untuk data-data yang tidak lengkap atau tidak pasti.
3. Dapat mengemukakan rangkain alasan yang diberikannya dengan cara yang dapat dipahami.
4. Berdasarkan pada *rules* atau aturan-aturan tertentu.
5. Dirancang untuk dikembangkan secara bertahap.
6. Outputnya bersifat nasehat atau anjuran.
7. *Output* tergantung dari dialog dengan *user*.
8. *Knowledge base* dan *inference engine* terpisah.

2.3 Keuntungan dan Kelebihan Sistem Pakar

Menurut Kusrini (2006), ada beberapa keuntungan yang diperoleh dengan mengembangkan sistem pakar antara lain:

1. Membuat seorang yang awam dapat bekerja seperti layaknya seorang pakar.
2. Dapat bekerja dengan informasi yang tidak lengkap atau tidak pasti.
3. Meningkatkan *ouput* dan produktivitas.
4. Meningkatkan kualitas.
5. Menyediakan nasehat atau solusi yang konsisten dan dapat mengurangi tingkat kesalahan.
6. Membuat peralatan yang kompleks dan mudah dioperasikan karena sistem pakar dapat melatih pekerja yang tidak berpengalaman.
7. Sistem tidak dapat lelah atau bosan.
8. Memungkinkan pemindahan pengetahuan kelokasi yang jauh serta memperluas jangkauan seorang pakar, dapat diperoleh dan dipakai dimana saja.

Menurut Kusrini (2006), ada beberapa kelemahan yang dapat diperoleh dengan mengembangkan sistem pakar, antara lain:

1. Daya kerja dan produktivitas manusia menjadi berkurang karena semuanya dilakukan secara otomatis oleh sistem.
2. Pengembangan perangkat lunak sistem pakar lebih sulit dibandingkan dengan perangkat lunak konvensional.
3. Biaya pembuatannya mahal, karena seorang pakar membutuhkan pembuat aplikasi untuk membuat sistem pakar yang diinginkan.

2.4 Orang Yang Terlibat Dalam Sistem Pakar

Menurut Kusrini (2006), untuk memahami perancangan sistem pakar, perlu dipahami mengenai siapa saja yang berinteraksi dengan sistem. Orang yang terlibat dalam sistem pakar adalah:

1. Pakar (*Domain Expert*)

pakar adalah seseorang yang dapat menyelesaikan masalah yang sedang diusahakan untuk dipecahkan oleh sistem.

2. Pembangun pengetahuan (*Knowledge Engineer*)

Pembangunan pengetahuan adalah seseorang yang menterjemahkan pengetahuan seorang pakar dalam bentuk deklaratif sehingga dapat digunakan oleh sistem pakar.

3. Pemakai (*User*)

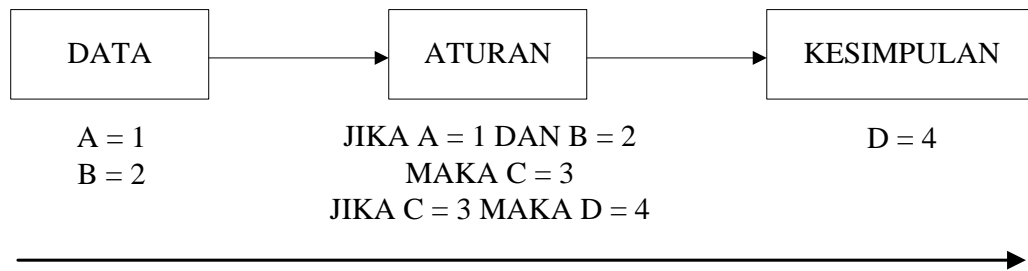
Pemakai adalah seseorang yang berkonsultasi dengan sistem untuk mendapatkan saran yang disediakan oleh pakar.

4. Pembangun sistem (*System Engineer*)

Pembangunan sistem adalah seseorang yang dapat membuat antar muka pengguna (*user interface*), merancang bentuk basis pengetahuan (*knowledge base*) secara deklaratif dan mengimplementasikan mesin inferensi (*inference engine*).

2.5 Runut Maju (*Forward Chaining*)

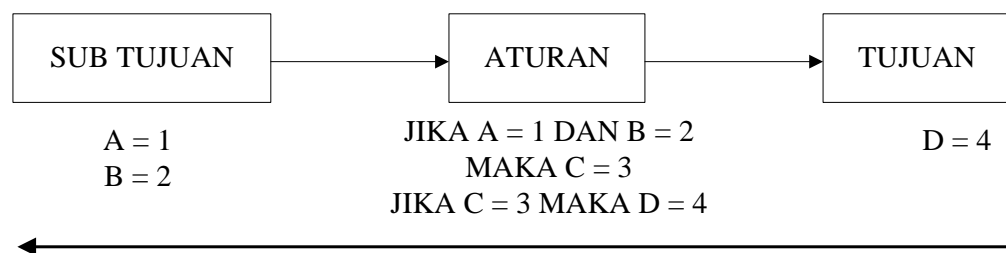
Runut Maju berarti menggunakan himpunan aturan kondisi-aksi. Dalam metode ini, data digunakan untuk menentukan aturan mana yang akan dijelaskan, kemudian aturan tersebut dijalankan. Mungkin proses menambahkan data ke memori kerja. Proses diulang sampai ditemukan (Kusrini, 2006). Gambar 2 menunjukkan bagaimana cara kerja metode inferensi runut maju (*forward chaining*) dapat dilihat pada halaman 12.



Gambar 2.2 Cara Kerja Metode Forward Chaining (Kusrini, 2006: 36)

2.6 Runut Balik (*Backward Chaining*)

Runut balik (*backward chaining*) merupakan metode penalaran kebalikan dari runut maju (*forward chaining*). Dalam runut balik, penalaran dimulai dengan tujuan kemudian menurut balik ke jalur yang mengarah ketujuan tersebut. Runut balik disebut juga sebagai *goal-drive reasoning* yang merupakan cara yang efisien untuk memecahkan masalah yang dimodelkan sebagai masalah pemilihan terstruktur. Tujuan dari metode ini adalah mengambil pilihan terbaik dari banyak kemungkinan (Kusrini, 2006). Gambar 3 menunjukkan bagaimana cara kerja metode *backward chaining*.



Gambar 2.3 Cara Kerja Metode *Backwor Backword Chaining*
(Kusrini, 2006: 36)

2.7 Verifikasi

Verifikasi merupakan sekumpulan aktifitas yang memastikan suatu sistem telah berlaku dalam kondisi yang ditetapkan. Verifikasi itu sendiri terdiri dari dua proses, yaitu yang pertama memeriksa keadaan sistem, kedua memeriksa konsistensi dan kelengkapan dari basis pengetahuan (*knowledge base*). Verifikasi dijalankan ketika ada perubahan pada *rules*, karena *rules* tersebut sudah ada pada sistem. Tujuan verifikasi adalah untuk memastikan adanya kecocokan antara sistem dengan apa yang sistem yang kerjakan dan juga memastikan apakah sistem itu terbebas dari *error*. Berikut ini adalah beberapa metode pemeriksaan *rules* dalam suatu basis pengetahuan (Gonzales, 1993).

1. *Redundant Rules*

Redundant rules terjadi jika dua *rules* atau lebih mempunyai *premise* dan *conclusion* yang sama.

Contoh :

Rules 1: if the humidity is high and the temperature is hot

Then there will be thunderstorms

Rules 2: if the temperature is hot and the humidity is high

Then there will be thunderstromes

2. *Conflicting Rules*

Conflicting rules terjadi jika dua *rules* atau lebih mempunyai *premise* yang sama, tetapi mempunyai *conclusion* yang berlawanan.

Contoh:

Rules 1: if the temperature is hot and the humidity is high

Then there will be sunshine

Rules 2: if the temperature is hot and the humidity is high

Then there will be sunshine

3. *Subsumed Rules*

Subsumed rules terjadi jika *rules* tersebut mempunyai *constraint* yang lebih atau kurang tetapi mempunyai *conclusion* yang sama.

Contoh:

Rules 1: if the temperature is hot and the humidity is high

Then there will be thunderstromes

Rules 2: if the temperature is hot

Then there will be thunderstromes

4. *Circular Rules*

Circular rules adalah suatu keadaan dimana terjadinya proses perulangan dari suatu *rules*. Ini dikarenakan suatu *premise* dari salah satu *rule* merupakan *conclusion* dari *rule* yang lain, atau kebalikannya.

Contoh:

Rules 1: if X and Y are brothers

Then X and Y have the some parents

Rules 2: if X and Y have the same parents

Then X and Y are brothers

5. *Unnecessary if Condition*

Unnecessary if condition terjadi jika dua *rules* atau lebih mempunyai *conclusion* yang sama, tetapi salah satu dari *rule* tersebut mempunyai *premise* yang tidak perlu dikondisikan dalam *rule* karena tidak mempunyai pengaruh apapun.

Contoh:

Rules 1: if the patient has the pink spots and the patient has a fever

Then the patient has measles

Rules 2: if the patient has the pink spots and the patient does not have fever

Then the patient has measles

6. Dead-end Rules

Dead-end rules adalah suatu *rule* yang *conclusion*-nya tidak diperlukan oleh *rule* lainnya.

Contoh:

Rules 1: if the gauge reads empty

Then the gas tank

7. Missing Rules

Missing rules merupakan suatu aturan yang ditandai dengan fakta yang tidak pernah digunakan dalam proses *inference engine*.

8. Unreachable Rules

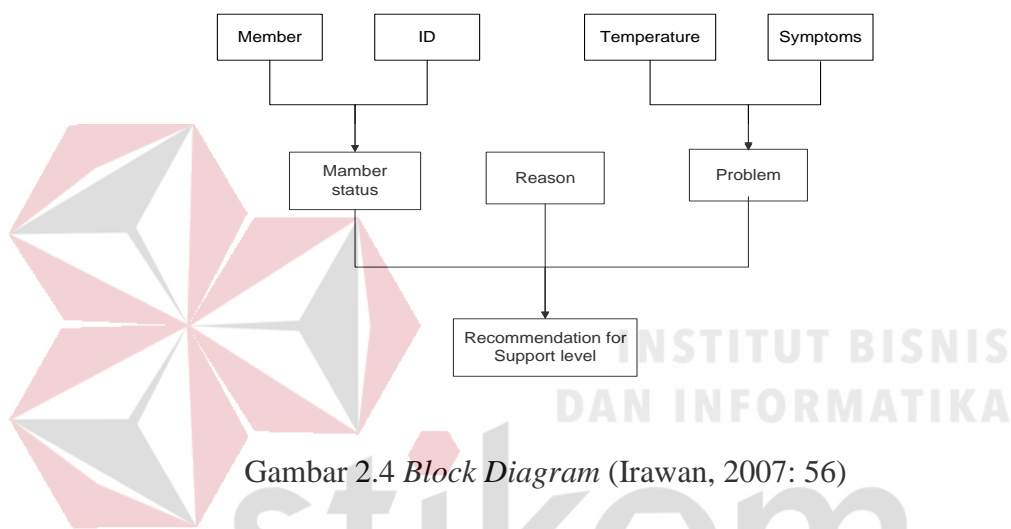
Unreachable rules merupakan suatu aturan yang gejalanya tidak akan pernah ada.

2.8 Block Diagram

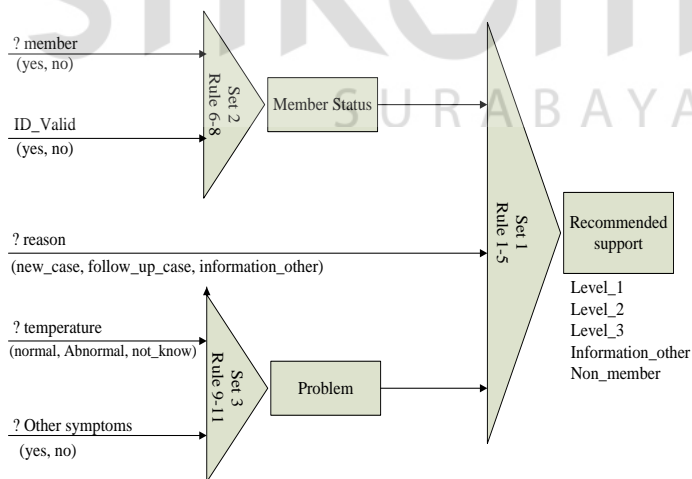
Langkah awal yang dilakukan dalam menerjemahkan suatu bidang ilmu kedalam sistem basis aturan adalah melalui *block diagram* (diagram blok). *Block diagram* merupakan susunan dari *rules* yang terdapat dalam sebuah bidang ilmu (Dologita, 1993). Dengan membuat *block diagram* di dalam sistem pakar, maka dapat diketahui urutan kerja sistem dalam mencari keputusan. Contoh dari *block diagram* dapat dilihat pada Gambar 4.

2.9 Dipendency Diagram

Menurut dologite (1993), *dependency diagram* adalah suatu relasi yang menunjukkan hubungan atau ketergantungan antara inputan jawaban, aturan-aturan (*rules*), nilai dan rekomendasi yang dibuat oleh *prototype* sistem berbasis pengetahuan. Contoh dari *dependency diagram* dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 2.4 Block Diagram (Irawan, 2007: 56)



Gambar 2.5 Dependency Diagram (Irawan, 2007: 57)

2.10 Decision Table

Menurut Dologite (1993), *decision table* diperlukan untuk menunjukkan hubungan timbal balik antara nilai-nilai pada hasil *fase* antara atau rekomendasi akhir *knowledge based system* (KBS). Contoh dari pembuatan *decision table* dapat dilihat pada table 2.1

Table 2.1 *Decision Table* (Irawan, 2007: 57)

<i>Step 1: Plan</i>				
Kondisi	Member status (Ok, Not_ok)			2
	Reason (new_case, follow_up, information_other)			3
	Problem (serious, non_serious)			2
Baris	2x3x2 = 12			
<i>Step 1: Completed Decision Table</i>				
Rule	Member Status	Reason	Problem	Concluding Recommendation for support level
A1	Ok	New_case	Serious	Level_1
A2	Ok	New_case	Non_serious	Level_2
A3	Ok	Follow_up_case	Serious	Level_1
A4	Ok	Follow_up_case	Non_serious	Level_3
A5	Ok	Information_other	Serious	Information_other
A6	Ok	Information_other	Non_serious	Information_other
A7	Not_ok	New_case	Serious	Non_member
A8	Not_ok	New_case	Non_serious	Non_member
A9	Not_ok	Follow_up_case	Serious	Non_member
A10	Not_ok	Follow_up_case	Non_serious	Non_member
A11	Not_ok	Information_other	Serious	Non_member
A12	Not_ok	Information_other	Non_serious	Non_member

2.11 Reduced decision Table

Menurut Dologite (1993), *reduced decision table* adalah pembuatan tabel yang nilai-nilainya didapat dari mereduksi *decision table*. Setelah didapatkan nilai dari *decision table*, nilai tersebut direduksi untuk mendapatkan nilai dari kondisi terakhir. Contoh dari *reduced decision table* dapat dilihat pada tabel 2.2.

Table 2.2 *Reduced Decision Table* (Irawan, 2007: 58)

Rule	Member Status	Reason	Problem	Concluding Recommendation For support level
A1	Ok	New_case	Serious	Level_1
A2	Ok	New_case	Non_serious	Level_2
A3	Ok	Follow_up_case	Serious	Level_1
A4	Ok	Follow_up_case	Non_serious	Level_3
A5	Ok	Information_other	-	Information_other
A6	Not_ok	-	-	Non_member

2.12 Android

Android adalah sebuah sistem operasi untuk perangkat *mobile* berbasis linux yang mencakup sistem operasi, *middleware* dan aplikasi (Safaat, 2011). Android merupakan sistem operasi yang terbuka bagi para pengembang sistem untuk menciptakan atau mengembangkan aplikasi/sistem. Sistem operasi ini dikembangkan dengan memanfaatkan Linux kernel. Saat ini banyak ditemukan vendor *smartphone* telah memproduksi *smartphone* berbasis Android. Beberapa vendor tersebut yaitu HTC, Motorola, Samsung, LG, Huawei, Smartfren, Acer, Asus, Dell, Nexus, T-Mobile, Archos, HKC, Webstation camangi, SciPhone, WayteQ, Sony Ericsson, Philips, Nexian, IMO, Experia dan masih banyak lagi vendor *smartphone* di dunia yang memproduksi Android (Safaat, 2012).

Selain merupakan sistem operasi yang terbuka, Android juga merupakan *platform* yang cukup lengkap, baik pada aplikasi juga pada pengembangannya serta market aplikasi Android yang didukung penuh oleh komunitas *open source* di dunia. Android terus berkembang pesat dari waktu ke waktu, baik perkembangan teknologi Android sendiri dan jumlah pemakai Android di dunia. Menurut safaat (2012), secara garis besar Android memiliki tiga keunggulan, yaitu :

1. Lengkap (*Complete Platform*), dikatakan lengkap karena para desainer dapat melakukan pendekatan yang komprehensif ketika mereka sedang mengembangkan *platform* Android. Android merupakan sistem operasi yang aman dan banyak menyediakan perangkat dalam membangun *software* dan memungkinkan untuk peluang bagi pengembang aplikasi Android.
2. Terbuka (*Open source*), Android disediakan melalui lisensi *open source*. Pengembang dapat dengan bebas untuk mengembangkan aplikasi. Android sendiri menggunakan Linux Kernel.
3. Gratis (*Free Platform*), Android adalah sistem operasi yang bebas untuk dikembangkan dan tidak ada lisensi atau biaya royalti untuk dikembangkan pada *platform* Android. Tidak ada kontrak atau biaya kontrak yang diperlukan, Android dapat di distribusikan dan diperdagangkan dalam bentuk apapun.

2.13 Android Software Development Kit

Android *Software Development Kit* (SDK) adalah *tools Application Programming Interface* (API) yang diperlukan untuk memulai mengembangkan aplikasi pada platform Android menggunakan bahasa pemrograman Java (Safaat, 2011). Sampai saat ini disediakan Android SDK sebagai alat bantu API untuk memulai pengembangan aplikasi pada *platform* Android yang menggunakan bahasa pemrograman Java. Menurut Safaat (2012) ada beberapa fitur Android yang paling penting, yaitu :

1. *Framework*, aplikasi yang mendukung penggantian komponen dan *reusable*.
2. Mesin *Virtual Dalvik* dioptimalkan untuk perangkat *mobile*.
3. *Integrated browser* berdasarkan *engine open source webkit*.
4. Grafis yang dioptimalkan dan didukung oleh libraries grafis 2D, grafis 3D berdasarkan spesifikasi *opengl ES 1,0* (Opsional akselerasi *hardware*)
5. *SQLite* untuk penyimpanan data (*database*)
6. *Media support* yang mendukung audio, video, dan gambar (MPEG4, H.264, MP3, AAC, AMR, JPG, PNG, GIF), *GSM Telephony* (tergantung *hardware*)
7. *Bloetooth, EDGE, 3G dan WiFi* (tergantung *hardware*)
8. Kamera, GPS, kompas dan *accelerometer* (tergantung *hardware*)
9. Lingkungan *development* yang lengkap dan kaya termasuk perangkat emulator, *tools* untuk *debugging*, profil dan kinerja memori, dan *plugin* untuk IDE *Eclipse*.

2.14 Android Development Tools

Android Development Tools (ADT) adalah *plugin* yang didesain untuk IDE *Eclipse* yang memberikan kemudahan dalam mengembangkan aplikasi Android dengan menggunakan IDE *Eclipse* (Safaat, 2012). Dengan adanya dukungan dari ADT, memudahkan membuat atau mengembangkan aplikasi proyek Android, membuat *Graphic User Interface* (GUI) aplikasi, dan menambahkan komponen lainnya serta dapat melakukan aktifitas *running* program dengan Android SDK melalui *Eclipse*.

ADT juga dapat melakukan pembuatan *package* (.apk) yang digunakan untuk distribusi aplikasi Android yang telah dirancang sebelumnya. Instalasi ADT pada *Eclipse* dapat dilakukan dengan 2 cara, yaitu secara *online* dan *offline* yang dapat diunduh pada alamat berikut <http://developer.android.com/sdk/eclipse-adt.html>

2.15 Versi Android

Menurut Safaat (2012) beberapa versi Android yang pernah dirilis, beserta dengan tahun perilisan dan perubahan yang terjadi dari versi sebelumnya, yaitu :

1. Android versi 1.1

Pada 9 Maret 2009, Google merilis Android versi 1.1. Android versi 1.1 dilengkapi dengan pembaharuan estetis pada aplikasi, jam, alarm, *voice search* (pencarian suara), pengiriman pesan dengan Gmail dan pemberitahuan email.

2. Android versi 1.5 (*Cupcake*)

Pada pertengahan bulan Mei 2009 Google *corporate* kembali merilis sistem operasi perangkat seluler dengan menggunakan Android dan SDK (*Software*

Development Kit) dengan versi 1.5 (*Cupcake*). Terdapat beberapa pembaharuan termasuk juga penambahan beberapa fitur dalam seluler versi ini, yakni kemampuan merekam beberapa dan menonton video dengan modus kamera, mengunduh video ke Youtube dan gambar ke Picasa secara langsung melalui telepon seluler, dukungan Bluetooth A2DP, kemampuan terhubung secara otomatis ke *headset Bluetooth*, Animasi layar, dan *keyboard* pada layar yang dapat disesuaikan dengan sistem.

3. Android versi 1.6 (*Donut*)

Versi 1.6 dirilis pada September dengan menampilkan proses pencarian yang lebih baik dibandingkan sebelumnya, penggunaan baterai indikator dan *control applet* VPN. Fitur lainnya adalah galeri yang memungkinkan pengguna untuk memilih foto yang akan dihapus. Kamera, *camcorder* dan galeri yang diintegrasikan, CDMA/EVDO, VPN, Gestur, dan *Text-to-speech engine*, kemampuan dial kontak, teknologi *text to change* (tidak tersedia pada semua ponsel, pengadaan resolusi VWGA)

4. Android versi 2.0/2.1 (*Eclair*)

Kembali diluncurkan Android dengan versi 2.0/2.1 (*Eclair*) pada tanggal 03 Desember 2009, perubahan yang dilakukan adalah pengoptimalan *hardware*, peningkatan Google Maps 3.1.2, perubahan UI dengan *browser* baru dan dukungan HTML5, daftar kontak yang baru yang didukung oleh *flash* untuk kamera 3,2 MP, *digital zoom*, dan *Bluetooth 2.1*

5. Android versi 2.2 (*Froyo : Frozen Yoghurt*)

Pada bulan Mei 2010 Android kembali meluncurkan versi terbarunya yaitu dengan versi 2.2 Rev 1. Android inilah yang sekarang sangat banyak beredar

dipasaran perangkat *mobile*, salah satunya adalah yang dipakai oleh vendor Samsung FX tab yang sudah ada dipasaran. Fitur yang tersedia di Android versi Froyo ini sudah dapat dikatakan kompleks, diantaranya adalah :

- a. Kerangka aplikasi memungkinkan penggunaan dan penghapusan komponen yang tersedia.
- b. *Delvik Virtual Machine* dioptimalkan untuk perangkat *mobile*.
- c. Grafik 2D dan 3D berdasarkan *libraries* OpenGL
- d. SQLite diperuntukkan sebagai penyimpanan data (*database*)
- e. Mendukung media audio, video, dan berbagai format gambar seperti :
MPEG4, MP3, AAC, AMR, JPG, PNG, Gif dan H.264
- f. GSM, Bluetooth, EDGE, 3G, dan WiFi (*hardware independent*)
- g. Kamera *Global Positioning System (GPS)*, Kompas, dan *accelerometer*
6. Android versi 2.3 (*Gingerbread*)

Android versi 2.3 ini diluncurkan pertama sekali pada bulan Desember 2010, hal-hal yang direvisi dari versi sebelumnya adalah kemampuan seperti berikut ini :

- a. *SIP-based VoIP*
- b. *Near Field Communications (NFC)*
- c. *Gyroscope* dan *sensor*
- d. *Multiple cameras support*
- e. *Mixable audio effects*
- f. *Download Manager*
- g. *Internet calling* dan *video support*
- h. *Audio sound processing*

2.16 Cokelat

Kakao (*Theobroma cacao*) merupakan tumbuhan berwujud pohon yang berasal dari hutan tropis di Amerika Tengah dan di Amerika selatan bagian utara (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2010).

Kakao diproduksi oleh lebih dari 50 negara yang berada di kawasan tropis yang secara geografis dapat dibagi dalam tiga wilayah yaitu Afrika, Asia Oceania dan Amerika Latin. Pada tahun 2002/03, produksi kakao dunia tercatat sebesar 3.102 ribu ton. Wilayah Afrika memproduksi biji kakao sebesar 2.158 ribu ton atau 69,6% produksi dunia. Sementara Asia Oceania dan Amerika Latin masing masing memproduksi 528 ribu ton dan 416 ribu ton atau 17,0% dan 13,4% produksi dunia.

Produsen utama kakao di wilayah Afrika adalah Pantai Gading dengan total produksi 1.320 ribu ton. Negara produsen lainnya adalah Ghana , Nigeria dan Kamerun dengan produksi masing-masing 497 ribu ton, 165 ribu ton dan 140 ribu ton. Di wilayah Asia Oceania, Indonesia merupakan produsen utama dengan total produksi 425 ribu ton, diikuti oleh Papua New Guinea dan Malaysia . Sementara produsen utama kakao di wilayah Amerika Latin adalah Brazil dengan total produksi 165 ribu ton, diikuti oleh Ekuador, Dominika , Colombia dan Meksiko.

Secara regional, pangsa produksi selama lima tahun terakhir (1996/97-2001/02) mengalami sedikit perubahan. Wilayah Afrika sebagai produsen utama kakao dunia mengalami peningkatan pangsa produksi sebesar 3,5% dari 64,6% menjadi 68,1%. Sementara itu, di wilayah Asia Oceania juga mengalami peningkatan pangsa produksi sebesar 1,5% dari 17,4% menjadi 18,9%. Sedangkan

wilayah Amerika Latin mengalami penyusutan pangsa produksi dari 18,0% menjadi 13,0%.

Pangsa produksi masing-masing wilayah kembali bergeser pada tahun 2002/03, karena terjadi peningkatan produksi yang cukup tajam di Pantai gading dan Ghana dan penurunan produksi di Indonesia. Produksi kakao Pantai Gading kembali meningkat menjadi 1320 ribu ton, sedikit dibawah rekor produksi tahun 1999/00. Sementara itu, Ghana mampu meningkatkan produksi kakaonya menjadi 497 ribu ton, sehingga melampaui produksi kakao Indonesia yang turun menjadi 425 ribu ton (International Cocoa Organization (ICCO), 2003a).

Tabel 2.3 Perkembangan Produksi Kakao Dunia
(Sumber: International Cocoab Organization (ICCO), 2003a)

Tahun	P. Gading	Indonesia	Ghana	Negeria	Brazil	Lainnya	Total
1998/99	1.163	390	397	198	138	522	2.808
1999/00	1.404	422	437	165	124	526	3.078
2000/01	1.212	392	395	177	163	514	2.853
2001/02	1.265	455	341	185	124	491	2.861
2002/03	1.320	425	497	165	163	532	3.102

Peningkatan produksi kakao di Pantai Gading terjadi karena kondisi politik di negara tersebut makin telah membaik. Sementara peningkatan produksi kakao yang cukup tajam di Ghana merupakan buah keberhasilan para pekebun mengatasi serangan penyakit dan keberhasilan pemerintahnya mengatasi penyeludupan biji kakao. Sedangkan penurunan produksi kakao Indonesia terutama disebabkan oleh makin meningkatnya serangan hama penggerek buah kakao (PBK) di hampir seluruh sentra produksi kakao Indonesia.

2.17 Perkembangan Cokelat di Indonesia

Perkebunan kakao di Indonesia mengalami perkembangan pesat dalam kurun waktu 20 tahun terakhir dan pada tahun 2002 areal perkebunan kakao Indonesia tercatat seluas 914.051 ha. Perkebunan kakao tersebut sebagian besar (87,4%) dikelola oleh rakyat dan selebihnya 6,0% dikelola perkebunan besar negara serta 6,7% perkebunan besar swasta. Jenis tanaman kakao yang diusahakan sebagian besar adalah jenis kakao curah dengan sentra produksi utama adalah Sulawesi Selatan, Sulawesi Tenggara dan Sulawesi Tengah. Disamping itu juga diusahakan jenis kakao mulia oleh perkebunan besar negara di Jawa Timur dan Jawa Tengah.

Pemasaran biji kakao Indonesia telah mencapai pasar Internasional. Sebagian besar biji kakao Indonesia di ekspor ke luar negeri, walaupun sudah ada beberapa industri pengolahan biji kakao menjadi produk setengah jadi. Perkembangan ekspor biji kakao dari Indonesia relatif menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun, sehingga ini merupakan peluang bagi Indonesia untuk dapat memperoleh pendapatan devisa dari komoditi ini. Hal yang sangat menentukan tingkat harga di pasar internasional adalah mutu biji kakao. Oleh sebab itu, yang perlu diperhatikan oleh produsen kakao terutama Indonesia adalah kualitas dari biji kakao yang diekspor (Nurasa, 2003).

2.18 Mengenal Tanaman Cokelat

Untuk mengenal tanaman cokelat, biasa dilihat dari struktur atau bagian-bagian dari tanaman cokelat tersebut (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2010).

1. 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. Menurut Himme (cit.Smyth, 1960), 56% akar lateral tumbuh pada jeluk 0-10 cm, 26% pada jeluk 11-20 cm, 14% pada jeluk 21-30 cm, dan hanya 4% tumbuh pada jeluk di atas 30 cm dari permukaan tanah. Jangkauan jelajah akar lateral dinyatakan jauh di luar proyeksi tajuk. Ujungnya membentuk cabang-cabang kecil yang susunannya ruwet (*intricate*).

2. 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 kelembapan tinggi dan 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 (Hall, 1932). 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).

Tanaman kakao asal biji, setelah mencapai tinggi 0,9-1,5 meter akan berhenti tumbuh dan membentuk jorket (*jorquette*). 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 $0 - 60^\circ$ 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.

Pada tanaman kakao dewasa sepanjang batang pokok tumbuh wiwilan atau tunas air (*chupon*). Dalam teknik budi 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 *ostotrop* itu. Tunas *ostotrop* hanya membentuk tunas *plagiotrop*

setelah membentuk *jorket*. Tunas *ortotrop* membentuk tunas *ortotrop* baru dengan menumbuhkan tunas air.

Saat 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).

3. 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 (Hall, 1932). Tangkai daun bentuknya silinder dan bersisik halus, bergantung pada tipenya.

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.

4. Bunga

Tanaman kakao bersifat *kauliflori*. Artinya bunga tumbuh dan berkembang dari bekas ketiak daun pada batang dan cabang. Tempat tumbuh bunga tersebut semakin lama semakin membesar dan menebal atau biasa disebut dengan bantalan bunga (*cushiol*). 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. Warna yang kuat terdapat pada benang sari dan daun mahkota. 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.

5. Buah dan Biji

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*).

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 *forasero*, permukaan kulit buah pada umumnya halus (rata); kulitnya tipis, tetapi dan liat.

Buah akan masak setelah berumur enam bulan. Pada saat itu ukurannya beragam, dari panjang 10 hingga 30 cm, pada kultivar dan faktor-faktor lingkungan selama perkembangan buah.

2.19 Penyakit Tanaman Cokelat

Pada perkebunan cokelat atau kakao skala besar (perusahaan) ataupun perkebunan rakyat pernah terserang penyakit tanaman. Pada seluruh bagian tanaman cokelat dari akar, batang, daun hingga buah dapat diserang penyakit. Dalam kondisi yang sesuai dengan perkembangannya, penyakit dengan mudah berkembang, perkembangan penyakit ini menjadi kendala dalam upaya meningkatkan produksi cokelat (Pusat Penelitian Kopi dan Kakao Indonesia, 2010).

Penyakit pada tanaman cokelat sering terjadi di beberapa perkebunan di Indonesia, antara lain :

1. Penyakit busuk buah (*Phytophthora Palmivora* Bult.[Bult])

Penyakit ini menyerang buah kakao yang masih muda sampai dewasa. Tetapi persentase serangan lebih banyak pada buah yang sudah dewasa. Buah yang terinfeksi menunjukkan gejala terjadinya pembusukan disertai bercak cokelat kehitaman dengan batas yang tegas. Serangan biasanya dimulai dari ujung atau pangkal buah. Perkembangan bercak cokelat cukup cepat, sehingga dalam waktu beberapa hari seluruh permukaan buah menjadi busuk, basah dan berwarna cokelat kehitaman. Pada kondisi lembab pada permukaan buah akan muncul serbuk berwarna putih. Serbuk ini adalah spora *P. palmivora* yang sering kali bercampur dengan jamur sekunder (jamur lain).

Penyakit busuk buah di sebabkan oleh jamur *P. palmivora*. Jamur ini merupakan soil born sehingga dapat mempertahankan hidupnya di dalam tanah sampai bertahun-tahun. Jamur ini menyebar dari satu buah ke buah yang lain melalui beberapa cara, terutama melalui percikan air hujan, hubungan langsung antara buah sakit dan buah sehat dan melalui perantara binatang. Hislop (1964) mengatakan, percikan air hujan merupakan agen penyebar penyakit yang paling penting. Percikan air hujan dapat menyebarkan spora jamur *P. palmivora* dari buah sakit ke buah sehat atau spora yang bersal dari tanah ke buah-buah yang dekat dengan tanah.

Patogen dapat pula menyebar melalui persinggungan antara buah sakit dan buah sehat atau buah sehat dengan tanah. Binatang dapat menyebarkan patogen ke tempat yang lebih tinggi dan lebih jauh, karena binatang dapat berpindah tempat dengan mudah. Disamping itu, ada binatang penyebar yang lain seperti tikus, tupai, atau bekicot. Penyakit busuk buah dapat dilihat pada Gambar 2.6 di halaman 33.



Gambar 2.6 Penyakit Busuk Buah

2. Penyakit kanker batang (Phytophthora Palmivora Bult.[Bult])

Penyakit kanker batang biasanya terjadi pada kulit batang atau cabang akan terlihat adanya bercak berwarna kehitam-hitaman. Pada bercak ini, sering dijumpai kemerahan yang kemudian tampak seperti lapisan karat. Bila kulit batang dikupas, akan terlihat pembusukan pada lapisan bawahnya yang berwarna merah anggur. Penyakit kanker batang penyebabnya sama dengan penyakit busuk buah, yaitu jamur *phytophthora palmivora* Butl. (Butl).

Apabila buah kakao yang busuk tidak diambil maka busuknya akan menjalar ke tangkai buah. Tangkai buah yang busuk akan menularkan patogen dan menginfeksi batang batang sehingga terjadi kanker batang. Batang yang terserang biasanya pada batang pokok walaupun tidak menutup kemungkinan cabang yang besar juga bias terinfeksi. Penyakit berkembang pada kebun yang lembab dengan curah hujan tinggi atau lokasi yang sering tergenang air misalnya banjir sampai beberapa hari.

Akibat dari kanker batang adalah rusaknya jaringan kayu, batang menjadi busuk dan berlendir. Penyakit kanker batang dapat dilihat pada Gambar 2.7 di halaman 34.



Gambar 2.7 Penyakit Kanker Batang

3. Penyakit hawar daun (*Phytophthora Palmivora* Bult.[Bult])

Penyakit hawar daun disebabkan oleh jamur *Phytophthora Palmivora* ditemukan pada tanaman coklat pembibitan. Bibit coklat yang terserang penyakit ini dapat diketahui dengan adanya gejala daun layu seperti tersiram air panas kemudian mengering. Daun yang terinfeksi adalah daun-daun muda yang baru saja mengembang dan masih berwarna kemerahan atau hijau muda tergantung dari jenisnya. Bibit kakao yang rawan serangan jamur pathogen ini yaitu bibit yang berumur antara satu sampai dua bulan. Serangan yang parah dapat mematikan bibit karena batangnya membusuk bahkan sampai ke akarnya. Bibit yang biasanya terserang berkelompok beberapa bibit yang berada di dekatnya dalam satu lokasi pembibitan.

Penyakit hawar daun menyebar melalui percikan air, baik air hujan maupun air siraman. Perkembangan penyakit akan sangat cepat pada saat musim hujan, disebabkan karena kelembaban lingkungan yang tinggi, di bantu dengan percikan air hujan yang dapat membantu penyebaran spora pathogen. Pada

musim hujan kerusakan dapat mencapai 30% dari areal pembibitan. Penyakit hawar daun dapat dilihat pada Gambar 2.8 di bawah ini.



Gambar 2.8 Penyakit Hawar Daun
(*Phytophthora Palmivora* Bult.[Bult])

4. Penyakit *antraknose-colletotrichum* (*Colletotrichom Gloeosporiodes* Penz. Sacc.)

Penyakit *antraknosa* (mati ranting) yang menyerang pucuk dan ranting tanaman kakao merupakan penyakit yang banyak menimbulkan kerugian. Penyakit ini menyebabkan daun gugur, ranting meranggas dan mati. Akibat serangan penyakit ini tanaman kakao menjadi kehilangan daun padahal daun merupakan tempat untuk proses *fotosintesis* pada tanaman (Semangun, 2000).

Serangan penyakit semakin meningkat belakangan ini disebabkan banyaknya pekebun yang menanam kakao tanpa naungan. Padahal untuk tumbuh normal tanaman kakao adalah tanaman yang memerlukan naungan. Menurut Sunanto (2002) intensitas sinar matahari yang diterima sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman coklat. Banyak ahli berpendapat bahwa intensitas sinar matahari yang optimum adalah 50%, tetapi bila keadaan tanah subur (tanaman yang dipupuk sesuai kebutuhan), intensitas bisa naik menjadi 70-80%.

Disamping itu peningkatan suhu udara akibat *global warming* di duga turut memperbesar serangan penyakit. Berikut ini akan dijelaskan secara ringkas tentang gejala serangan, penyebab penyakit, faktor yang mempengaruhi perkembangan penyakit, cara penyebaran penyakit, intensitas serangan penyakit, dan cara pengendaliannya.

a. Gejala serangan penyakit *antraknosa*

Jamur penyebab penyakit dapat menyerang pada daun, ranting, dan buah. Pada daun muda penyakit menyebabkan matinya daun atau sebagian dari helaian daun. Gejala ini yang sering disebut sebagai hawar daun (*leaf blight*). Daun muda yang sakit juga dapat membentuk bintik-bintik kecil berwarna coklat tidak beraturan dan biasanya mudah gugur (Semangun, 2000). Pada daun tua penyakit dapat menyebabkan terjadinya bercak-bercak *nekrosis* (jaringan mati) yang terbatas tidak teratur. Bercak-bercak ini kelak dapat menjadi lubang. Daun-daun yang terserang berat akan mudah gugur, sehingga ranting-ranting tanaman menjadi gundul (Sunanto, 2002). Gejala serangan penyakit *antraknose* pada daun muda dapat dilihat pada Gambar 2.9 di bawah ini.



Gambar 2.9 Gejala serangan pada daun muda
Sumber: Foto Lab. Lapangan BBP2TP Medan

Ranting yang daun-daunnya terserang dan gugur dapat mengalami mati pucuk. Jika mempunyai banyak ranting, tanaman akan tampak seperti sapu dan sering berlanjut dengan matinya ranting. Penyakit ini juga dapat timbul pada buah, terutama buah yang masih pentil atau buah muda (Semangun, 2000). Gejala serangan penyakit *antraknose* pada ranting dapat dilihat pada Gambar 2.10 di bawah ini.



Gambar 2.10 Gejala serangan pada ranting, tanaman tampak seperti sapu

Sumber: Foto Lab. Lapangan BBP2TP Medan

Pada buah muda bintik-bintik coklat berkembang menjadi bercak coklat berlekuk. Selanjutnya buah akan layu, mengering dan mengeriput. Serangan pada buah tua akan menyebabkan busuk kering pada ujung buah (Semangun, 2000).

Buah muda (pentil) yang terserang menjadi keriput kering atau menyebabkan gejala busuk kering. Busuk kering karena serangan penyakit ini ditandai dengan terjadinya lingkaran berwarna kuning pada batas jaringan yang busuk dan jaringan yang sehat (Sunanto, 2002). Gejala serangan penyakit antraknose pada buah muda dapat dilihat pada Gambar 2.11 di halaman 38.



Gambar 2.11 Gejala serangan pada buah

Sumber: Foto Lab. Lapangan BBP2TP Medan.

Ciri penting gejala serangan *Colletotrichum* pada tanaman kakao adalah terbentuknya lingkaran berwarna kuning (halo) disekeliling jaringan yang sakit, dan terjadinya jaringan mati yang melekok (*antraknosa*). Halo dan *antraknosa* dapat terjadi pada daun maupun pada buah. Tanaman yang terserang berat oleh patogen ini berbuah sedikit sehingga daya hasilnya sangat menurun (Mahneli, 2007). Gejala serangan penyakit *antraknose* pada tanaman kakao dapat dilihat pada Gambar 2.12 di bawah ini.



Gambar 2.12 Gejala serangan *antraknosa* pada tanaman kakao

Sumber: Foto Lab. Lapangan BBP2TP Medan

b. Penyebab penyakit

Penyakit yang disebabkan jamur *Colletotrichum* ini tersebar di semua negara penghasil kakao, dan dikenal sebagai penyakit *antraknosa*. Di Asia penyakit terdapat di Malaysia, Brunei, Filipina, Sri Lanka, dan India Selatan. Dan pada tahun 1980-an di Jawa Timur serangan jamur ini tampak meningkat, sehingga menarik cukup banyak perhatian. Sebenarnya penyakit ini sudah lama dikenal di Jawa, tetapi kurang mendapat perhatian, karena tidak menimbulkan kerugian yang berarti. Pada kebun yang terawat baik kerugian yang disebabkan jamur ini tidak melebihi 5-10%. Penyakit ini mengurangi hasil kebun karena mengurangi jumlah tongkol pertanaman dan jumlah biji pertongkol. Selain itu penyakit ini mengurangi kandungan pati pada ranting (Semangun, 2000). Penyebab penyakit *antraknose* adalah jamur *Aservulus Colletotrichum* dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Aservulus Colletotrichum

Sumber: Barnett, 1972

Jamur ini mempunyai tubuh buah berupa *aservulus* yang menyembul pada permukaan atas dan bawah daun. *Aservulus* membentuk banyak konidium seperti masa lendir. Konidiumnya tidak berwarna, bersel 1, jorong memanjang, terbentuk pada ujung *konidiofor* yang sederhana. Pada saat berkecambah

konidium yang bersel 1 tadi membentuk sekat. Pembuluh kecambah membentuk *apresorium* sebelum mengadakan infeksi. Diantara *konidiofor* biasanya terdapat rambut-rambut (*seta*) yang kaku dan berwarna coklat tua (Semangun, 2000).

c. Faktor yang mempengaruhi perkembangan penyakit *antraknosa*

Spora tumbuh paling baik pada suhu 25-28°C sedang di bawah 5°C dan di atas 40°C tidak dapat berkecambah. Pada kondisi yang lembab, bercak-bercak pada daun akan menghasilkan kumpulan konidia yang berwarna putih. Faktor lingkungan yang kurang menguntungkan seperti peneduh yang kurang, kesuburan tanah yang rendah, atau cabang yang menjadi lemah karena adanya kanker batang. Jamur juga dapat mengadakan infeksi melalui bekas tusukan atau gigitan serangga (Mahneli 2007).

Konidia dapat disebarkan oleh air hujan, angin, dan serangga. Konidia yang jatuh pada permukaan daun atau buah akan segera berkecambah dan mengadakan penetrasi. Di dalam air konidia sudah berkecambah dalam waktu 3 jam, sehingga hujan yang kecil pun dapat mendukung terjadinya infeksi. Junianto dan Sri Sukanto (1987) dalam Semangun (2000) menyatakan bahwa disamping curah hujan perkembangan penyakit dipengaruhi pula oleh suhu, untuk perkecambahan, infeksi, dan *sporulasi* memerlukan suhu optimum 29,5°C.

Pada tanaman kakao yang tidak mempunyai penanaman atau intensitas sinar matahari relatif agak tinggi, *flush* akan lebih sering terbentuk dibandingkan tanaman kakao yang ternaungi atau intensitas sinar matahari rendah. Itulah

sebabnya pada tanaman yang tidak mempunyai naungan kerusakan kelihatan lebih tinggi (Vedemecum Kakao, PTPN XXVI).

Klon kakao mulia yang banyak diusahakan (DR2 dan DR38) rentan terhadap *Colletotrichum*. DRC 16 agak rentan. Diantara kakao lindak yang tahan adalah Sca 6 dan Sca 12 (Junianto, 1993). Penyakit *Antraknose-Colletotrichum* dapat dilihat pada Gambar 2.14 di bawah ini.



Gambar 2.14 Penyakit Antraknose-Colletotrichum

5. Penyakit pembuluh kayu atau *vascular streak dieback* (*Oncobasidium Theobromae* Talbot & Keane)

Penyakit pembuluh kayu ini disebabkan terserang jamur *o.theobromoe* yaitu adanya daun-daun menguning dengan bercak-bercak berwarna hijau, biasanya daun tersebut terletak pada seri daun kedua atau ketiga dari titik tumbuh. Daun-daun yang menguning akhirnya gugur sehingga tampak gejala ranting ompong. Penyebaran penyakit pembuluh kayu ini melalui spora yang diterbangkan oleh angin pada tengah malam hari. Menurut Wahyudi, T.R. Panggabean dan Pujiyanto (2008: 162) pada saat angin tertiup perlahan-lahan spora yang diterbangkan tidak jauh kira-kira hanya 10 meter dari sumbernya.

Spora yang jatuh pada daun muda akan segera berkecambah apabila tersedia air dan akan tumbuh masuk kedalam jaringan *xilem*. Di dalam *xilem* jamur tumbuh kebatang pokok walaupun kadang dijumpai tumbuh kearah sebaliknya. Setelah 3-5 bulan baru tampak gejala daun menguning dengan bercak hijau, daun-daun tersebut sangat mudah gugur, sehingga menyebabkan mati ranting. Pada saat jamur masih tumbuh dalam jaringan tanaman dan menimbulkan kerusakan yang lebih besar.

6. Penyakit pembuluh kayu atau *vascular streak dieback* (*Oncobasidium Theobromae* Talbot & Keane)

Penyakit pembuluh kayu ini disebabkan terserang jamur *o.theobromoe* yaitu adanya daun-daun menguning dengan bercak-bercak berwarna hijau, biasanya daun tersebut terletak pada seri daun kedua atau ketiga dari titik tumbuh. Daun-daun yang menguning akhirnya gugur sehingga tampak gejala ranting ompong. Penyebaran penyakit pembuluh kayu ini melalui spora yang diterbangkan oleh angin pada tengah malam hari. Menurut Wahyudi, T.R. Panggabean dan Pujiyanto (2008: 162) pada saat angin tertiup perlahan-lahan spora yang diterbangkan tidak jauh kira-kira hanya 10 meter dari sumbernya.

Spora yang jatuh pada daun muda akan segera berkecambah apabila tersedia air dan akan tumbuh masuk kedalam jaringan *xilem*. Di dalam *xilem* jamur tumbuh kebatang pokok walaupun kadang dijumpai tumbuh kearah sebaliknya. Setelah 3-5 bulan baru tampak gejala daun menguning dengan bercak hijau, daun-daun tersebut sangat mudah gugur, sehingga menyebabkan mati ranting. Pada saat jamur masih tumbuh dalam jaringan tanaman dan menimbulkan kerusakan yang lebih besar.

7. Penyakit akar

Penyakit akar yang dijumpai pada kebun-kebun kakao antara lain penyakit akar cokelat, penyakit akar merah dan penyakit akar putih. Dari ketiga penyakit akar tersebut gejala yang dapat dilihat diatas tanah tampak sama. Mula-mula daun keliatan menguning, layu dan akhirnya gugur kemudian diikuti dengan kematian tanaman. Untuk mengetahui patogennya dengan tepat harus dilakukan pemeriksaan terhadap leher akar dan perakaran tanaman, yaitu :

- a. Penyakit akar cokelat pada permukaan tanaman yang terserang jamur akar cokelat diliputi oleh benang-benang jamur berlendir yang mengikat erat butir-butir tanah. Pada butir-butir tanah terdapat hifa jamur yang berwarna cokelat.
- b. Penyakit akar merah ditandai dengan khas dipermukaan akar yaitu adanya lapisan jamur berwarna merah atau cokelat tua. Keadaan akar yang terinfeksi menjadi busuk basah, lunak dan berair.
- c. Penyakit jamur akar putih ditandai dengan adanya benang-benang putih yang bercabang, melekat erat pada permukaan tanaman. Benang-benang tersebut adalah *rhizomorfe* yang terdiri dari berkas-berkas hifa jamur. Hifa tersebut meluas seperti jala dan ujungnya seperti bulu. Untuk lebih jelasnya penyakit akar dapat dilihat pada gambar 2.15 di bawah ini.



Gambar 2.15 Penyakit Akar