



KAKAO

Fisiologi Tumbuhan & Biokimia

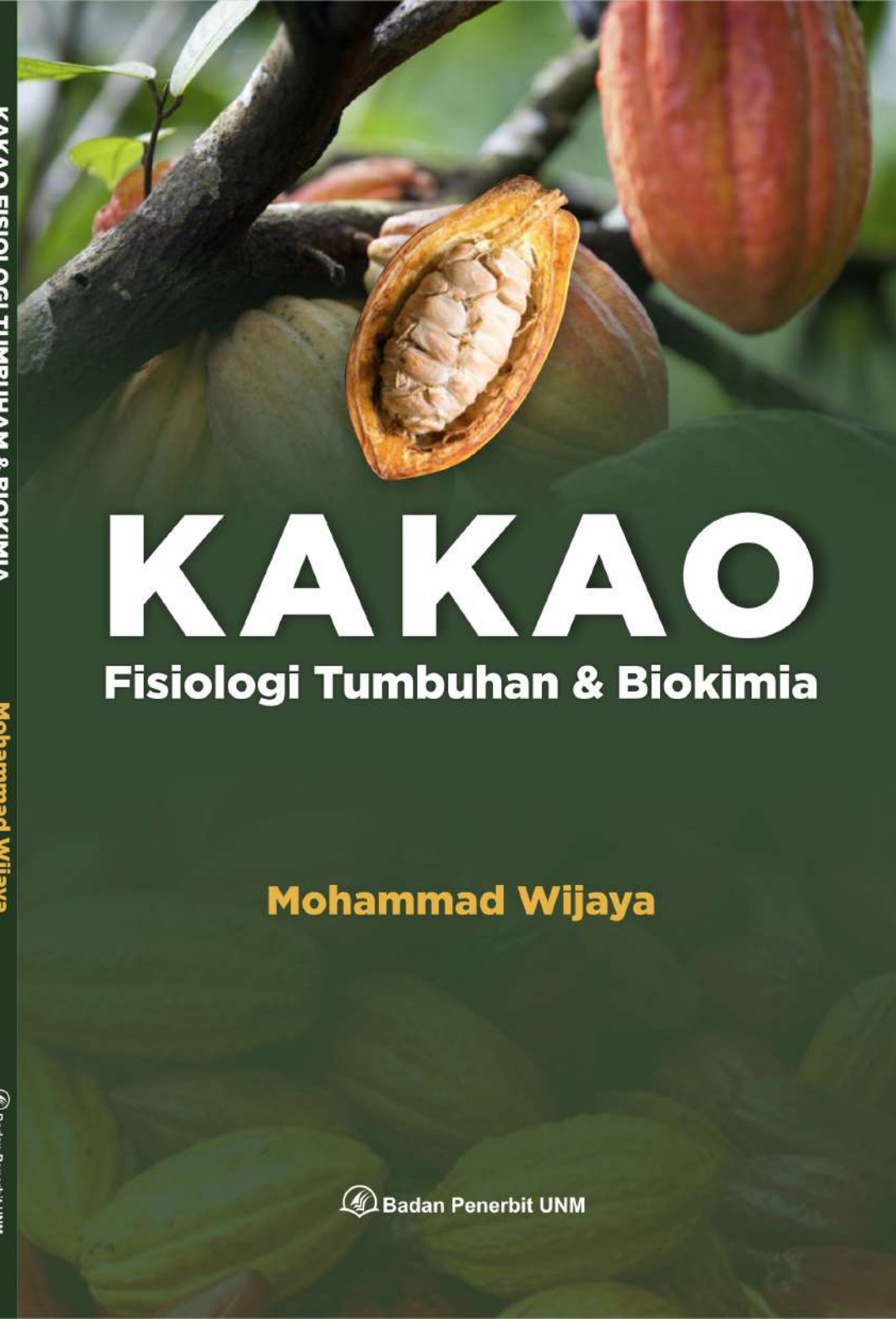


Dr. Mohammad Wijaya, S.Si, M.Si., dilahirkan di Makassar, 27 September 1973, Selatan. Sejak tahun 1992, penulis diterima menjadi Mahasiswa di Jurusan Kimia, FMIPA, UGM Yogyakarta melalui program Penjaringan Bibit Unggul Daerah (PBUD), dan lulus tahun 1997. Pada tahun 2001-2003, penulis mengikuti Sekolah Pascasarjana, Institut Teknologi Bandung (ITB) dan dalam Bidang Kimia Fisika. Selanjutnya pada tahun 2005-2011, penulis terdaftar sebagai mahasiswa S3 pada Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (PSL), Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Pada tahun 1995-1996, penulis menjabat sebagai ketua komisi akademik Senat Mahasiswa Fakultas MIPA UGM. Sejak tahun 1999 sampai saat ini, penulis bekerja sebagai staf pengajar Jurusan Kimia Bidang khusus Kimia Fisik dan Lingkungan pada FMIPA Universitas Negeri Makassar. Pada Tahun 2011, penulis meraih Peneliti Terbaik Pertama Tingkat Universitas, mendapatkan Piala dari Rektor UNM sebagai Dosen Terbaik pada Tahun 2014. Dan sebagai penyaji Poster Terbaik dalam Skim Penelitian Kompetitif Nasional Tingkat Nasional pada Tahun 2014. Tahun 2015 sebagai Dosen Berprestasi Tingkat UNM. Pada Tahun 2017-2021, menjadi Pengurus Himpunan Alumni IPB Bogor untuk Wilayah Sulawesi Penulis mempunyai Hak Paten Granted Tahun 2017. Tentang Pengawet alami dari asap cair bambu.

KAKAO FISILOGI TUMBUHAN & BIOKIMIA

Mohammad Wijaya

Badan Penerbit UNM



KAKAO

Fisiologi Tumbuhan & Biokimia

Mohammad Wijaya

UPT Badan Penerbit UNM

Alamat: Gedung Perpustakaan Lt.1 Kampus Gunung Sari Baru
Jl. Raya Pendidikan 90222 Telepon: (0411) 865677 / Fax: (0411) 861377
Email: badanpenerbitunm@gmail.com



Badan Penerbit UNM

Kakao

Fisiologi Tumbuhan & Biokimia Biji

Mohammad Wijaya



Badan Penerbit UNM

Kakao

Fisiologi Tumbuhan & Biokimia Biji

Hak Cipta @ 2020 Mohammad Wijaya
Hak cipta dilindungi undang-undang
Cetakan Pertama, 2020

Diterbitkan oleh Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar
Gedung Perpustakaan Lt. 1 Kampus UNM Gunungsari
Jl. Raya Pendidikan 90222
Tlp./Fax. (0411) 865677 (0411) 861377

ANGGOTA IKAPI No. 011/SSL/2010
ANGGOTA APPTI No. 006.063.1.10.2018

Dilarang memperbanyak buku ini dalam bentuk apa pun
tanpa izin tertulis dari penerbit

Kakao Fisiologi Tumbuhan & Biokimia Biji/
Mohammad Wijaya cet.1

Makassar: Badan Penerbit Universitas Negeri Makassar
Makassar 2020
110 hlm; 23 cm

ISBN : 978-623-7496-46-5

KATA PENGANTAR

Buku ini merupakan salah satu produk luaran hibah strategi nasional, dengan judul “ KAKAO Fisiologi Tumbuhan dan Biokimia Biji”. Buku ini mempunyai target untuk memberikan masukan pada akademis, tenaga ahli, dan masyarakat yang berkecimpung dalam bidang pertanian kakao.

Buku ini merupakan lanjutan dan buku sebelumnya yang berjudul “Kakao dan Proses Limbah Berbasis Zero Waste”. Namun pada buku ini, pembahasan dititikberatkan pada kualitas kakao dari aspek syarat tumbuh yang baik dan kualitas biji kakao, proses biokimia dan mekanisme reaksi pada biji dan pembahasan produk utama kakao yaitu cokelat.

Semoga buku ini bermanfaat bagi semua kalangan yang memerlukan. Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan untuk perbaikan buku ini. Saya mengucapkan terima kasih semua pihak yang telah membantu terwujudnya penerbitan buku ini.

Tim Penulis

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	ix
BAB I PERTUMBUHAN KAKAO	1
A. Syarat Tumbuh Tanaman Kakao	1
B. Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan	5
C. Faktor Yang Mempengaruhi Pembungaan	9
Pertanyaan	13
BAB II PENYAKIT PADA KAKAO	15
A. Penggerek Buah Kakao (PBK)	15
B. Kepik Penghisap Buah (<i>Helopeltis spp</i>)	19
C. Penyakit Buah Busuk (<i>Phytophthora palmivora</i>)	21
D. Hama Kutu Putih (<i>Planococcus Citri</i>)	25
E. Hama penggerek batang kakao (<i>Zeuzera coffear</i>)	28
F. Penyakit VSD (<i>Vaskular Streak Dieback</i>)	32
Pertanyaan	35
BAB III BIODIVERSITAS FERMENTASI DAN CITARASA	37
A. Biokimia	37
B. Fermentasi	38
C. Peran Fermentasi Pada Cita Rasa Kakao	41
D. Mekanisme Reaksi Pada Fermentasi	42
E. Pengaruh Penyangraian (<i>Effect of Roasting</i>)	46

F. Mekanisme Reaksi Proses Roasting	46
G. Pengaruh Variates Kakako Terhadap Cita Rasa	51
Pertanyaan	53
BAB IV MUTU KAKAO	55
A. Mutu Kimia dan Fisik Fermentasi	55
B. Standar Mutu Biji kakao	57
C. Persyaratan Umum dan Khusus Biji Kakao	59
Pertanyaan	61
BAB V SENYAWA KIMIA KAKAO	63
A. Kandungan Kimia pada Pulpa	63
B. Komposisi Biji Kakao Non-Fermentasi	65
C. Senyawa Volatil Pada Kakao Fermentasi	66
D. Senyawa Kimia Pada Cita Rasa Coklat	68
E. Polifenol dan Kualitas Rasa Coklat	71
F. Antioksidasi pada Kakao	71
Pertanyaan	73
BAB VI COKELAT (CHOCOLATE)	75
A. Sejarah Cokelat	75
B. Klasifikasi Cokelat	76
C. Proses Pembuatan Cokelat	80
D. Produsen Cokelat Dunia	81
Pertanyaan	83

BAB VII ASAP CAIR LIMBAH KAKAO	85
A. Asap Cair	85
B. Manfaat Asap Cair	86
C. Pembuatan Asap Cair dari Limbah Kakao	87
DAFTAR PUSTAKA	93
LAMPIRAN	99
GLOSARIUM	105

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 <i>Conopoomorpha cramerella</i> sp	16
Gambar 1.2 Daur Hidup <i>Conopoomorpha cramerella</i> sp	17
Gambar 1.3 Penyakit PBK pada Kakao	18
Gambar 2.4 <i>Helopeltis</i> spp	19
Gambar 2.5 Penyakit Kepik Penghisap Buah pada Kakao	20
Gambar 2.6 <i>Phytophthora megakarya</i>	22
Gambar 2.7 Daur Hidup <i>Phytophthora</i>	23
Gambar 2.8 Penampakan penyakit Busuk Buah pada Kakao	24
Gambar 2.9 <i>Planococus Citri</i>	26
Gambar 2.10 Penyakit Kutu Putih pada Kakao	27
Gambar 2.11 <i>Zeuzera coffear</i>	29
Gambar 2.12 Daun yang kering disebabkan <i>Oncobasidium</i> <i>Theobromae</i>	34
Gambar 2.13 Batang Kakao Rusak disebabkan <i>Oncobasidium theobromae</i>	34
Gambar 3.1 Mekanisme Reaksi konversi Gula menjadi enatol	39
Gambar 3.2 Mekanisme reaksi konversi gula menjadi asam laktat	40
Gambar 3.3 Mekanisme Reaksi Konversi etanol menjadi asam Asetat	40
Gambar 3.4 Proses Fermentasi Biji Kakao	42
Gambar 3.5 Proses Fermentasi pada Biji Kakao	43
Gambar 3.6 Biji Kakao yang Telah Difermentasi	45
Gambar 3.7 Mekanisme reaksi kondensasi gula amina menjadi basa Schiff	47

Gambar 3.8 Mekanisme pembentukan 1,2-enaminol dari basa Schiff	48
Gambar 3.9 Pembentukan asam amini-aldehid spesifik melalui reaksi degradasi Strecker	48
Gambar 3.10 Mekanisme reaksi degradasi Strecker	49
Gambar 3.11 Pembentukan Pirazin melalui reaksi intermediet deoksi dengan asam amin	50
Gambar 5.1 Mekanisme reaksi Millard	68
Gambar 5.2 Struktur kimia senyawa aroma komponen kakao	70
Gambar 5.3 Senyawa antioksidan pada kakao	72
Gambar 6.1 Contoh produk dari <i>Milk chocolate</i>	77
Gambar 6.2 Contoh Produk dari <i>Dark Chocolate</i>	78
Gambar 6.3 Contoh produk dari <i>White Chocolate</i>	79
Gambar 6.4 Beberapa merek coklat terkenal	81
Gambar 7.1 Kulit kakao kering dari kabupaten Pinrang	87
Gambar 7.2 Asap Cair dari Daun Kakao	91

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Asal, varietas kakao dan durasi fermentasi mempengaruhi dan non fermentasi karakter rasa	52
Tabel 4.1 Mutu fisik kakao fermentasi dan non fermentasi	56
Tabel 4.2 Mutu kimia biji dan produk primer kakao fermentasi	57
Tabel 4.3 Persyaratan Khusus Mutu Biji Kakao	59
Tabel 4.4 Persyaratan Khusus Mutu Biji Kakao	61
Tabel 5.1 Karakteristik dan kandungan nutrisi cairan pulpa kakao	64
Tabel 5.2 Komposisi biji kakao non-fermentasi	66
Tabel 7.1 Hasil Analisis Kimia Daun Dan Kulit Buah Kakao	88
Tabel 7.2 Hasil Analisis Arang Daun Dan Kulit Buah Kakao	88
Tabel 7.3 Hasil destilasi kering pada kulit buah kakao	89
Tabel 7.4 Pengaruh suhu dan lama pemanasan terhadap bobot dan rendemen asap cair	90

BAB I

PERTUMBUHAN KAKAO

A. Syarat Tumbuh Tanaman Kakao

Tanaman kakao merupakan tanaman tahunan dan merupakan tumbuhan berkayu. Pohonnya dapat mencapai tinggi 4-15 meter. Pertumbuhannya 'dimorphous' artinya dapat tumbuh secara vertical yaitu batang utama tumbuh keatas sampai setinggi 1 atau 2 meter tanpa cabang atau disebut juga batang ortotrop. Selain itu dapat juga tumbuh secara horizontal yaitu cabang-cabangnya tumbuh ke samping atau disebut juga plagiotrop.

Tanaman ini memiliki sistem perakaran tunggal atau tap root, dan perkembangannya sangat dipengaruhi oleh kondisi tanah tempat tanaman tersebut hidup, terutama keadaan air dan udara tanah.

Syarat Tumbuh Tanaman Kakao :

1. Iklim

- a. Garis lintang 10° LS sampai 10° LU – Tinggi tempat 0 s.d 600 m dpl.
- b. Curah hujan 1.500 s.d 2.500 mm/th.
- c. Bulan kering (curah hujan < 60 mm/bulan) kurang dari 3 bulan
- d. Suhu maksimum 20-32°C, minimum 18-21°C
- e. Tidak ada angin kencang terus menerus, kecepatan angin maksimum 4 m/detik.

Tanaman kakao yang masih muda sangat peka terhadap cahaya matahari yang berlebihan sehingga diperlukan adanya naungan. Pada awal pertumbuhan bibit kakao, memerlukan naungan yang rapat dan semakin berkurang setelah bertambahnya umur tanaman. Naungan yang baik dapat digunakan dengan menggunakan lamtoro atau kelapa yang penting dapat menahan sinar matahari dan pengaruh angin kencang.

Factor-faktor lingkungan seperti temperatur, sinar matahari, ketersediaan air dan kelembaban sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman kakao. Temperatur sangat berpengaruh terhadap pembentukan flush (tunas muda) pada tanaman kakao muda. Temperature yang ideal bagi pertumbuhan kakao adalah 18°C – 32°C. Tanaman kakao dalam pertumbuhannya tidak membutuhkan pencahayaannya yang penuh (Siregar, dkk, 1997).

Kakao menghendaki curah hujan rata-rata 1.500-2.000 mm/th. Pada tanah yang mengandung pasir diperlukan curah hujan yang lebih tinggi dari 2.000 mm/th. Pada daerah yang curah hujan lebih rendah dari 1.500 mm/th masih dapat ditanami kakao bila tersedia air irigasi. Lama bulan kering maksimum yakni 3 bulan. Suhu ideal pertanaman kakao, untuk suhu maksimum berkisar antara 30°C-32°C dan suhu minimum berkisar antara 18°C-21°C. namun pada kondisi dan kultivar tertentu, kakao masih dapat tumbuh baik pada suhu minimum 15°C sedangkan rata-rata suhu bulanan 26,6°C merupakan suhu yang cocok untuk pertumbuhan tanaman kakao (Susanto, 1994).

Pertumbuhan dan produksi kakao banyak ditentukan oleh ketersediaan air sehingga kakao dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik di tempat yang jumlah curah hujannya relatif sedikit tetapi merata sepanjang tahun. Pengelolaan air khususnya pada musim kemarau di tanah yang daya simpan airnya rendah menentukan produksi kakao (Wahyudi, 2008).

2. Tanah

- a. Kemiringan tanah kurang dari 45 %
- b. Kedalaman tanah efektif lebih dari 150 cm
- c. Tekstur tanah terdiri atas 50 % pasir, 10 – 20 % debu, 30 - 40 % lempung, atau geluh lempung pasir atau lempung pasir
- d. Kadar bahan organik > 3,5 % atau kadar C > 2%
- e. Nisba C/N 10 – 12
- f. Kapasitas Pertukaran Kation (KPK) > 15 me/100g tanah

- g. Kejenuhan Basa > 35 %
 - h. pH (H₂O) 4,0 – 8,5; optimum 6,0 – 7,0
 - i. Kadar unsur hara minimum: N 0,28 %, P (Bray I) 32 ppm; K tertukar 0,50 me/100 g; Ca tertukar 5,3 me/100 g; Mg tertukar 1 me/100 g.
- (Kakao Indonesia, 2018)

Sifat-sifat tanah yang mempengaruhi pertumbuhan dan produksi tanaman adalah sifat fisik, sifat kimia dan biologi. Sifat kimia tanah meliputi kadar unsur hara mikro dan makro dalam tanah, kejenuhan basa. Kapasitas pertukaran kation, pH, atau kemasaman tanah dan kadar bahan organik relatif mudah diperbaiki dengan teknologi yang ada.

Sementara itu, sifat fisik tanah yang meliputi tekstur, struktur, konsistensi, kedalaman efektif tanah (solum) dan akumulasi endapan suatu unsur (konkresi) relative sulit diperbaiki meskipun teknologi perbaikannya telah ada. Sifat biologi tanah belum menjadi pertimbangan dalam melakukan penilaian kesesuaian lahan karena hubungannya belum banyak diketahui secara pasti (Rahardjo, 2011).

Kakao dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah, asalkan persyaratan fisik dan kimia yang berperan terhadap pertumbuhan dan produksi kakao terpenuhi. Kakao menghendaki tanah yang banyak mengandung bahan organik yang bebas dari unsur kimia yang mengandung racun. Tanaman kakao dapat tumbuh pada tanah yang memiliki kisaran pH 4,0-8,5. Namun pH yang ideal yaitu 6,0-7,5

dimana unsur hara dalam tanah cukup tersedia bagi tanaman (Susanto, 1994).

Tekstur tanah yang baik untuk tanaman kakao adalah lempung liat yang berpasir dengan komposisi 30-40% fraksi liat, 50% pasir, dan 10-20% debu. Susunan demikian akan mempengaruhi ketersediaan air dan hara serta aerasi tanah. Struktur tanah yang remah dengan agregat yang menatap menciptakan gerakan air dan udara di dalam tanah sehingga menguntungkan bagi akar (Siregar, dkk, 1997).

B. Faktor Yang Mempengaruhi Pertumbuhan

Faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman adalah sangat dapat dikelompokkan menjadi empat kelompok faktor yaitu (Reynaldi, 2013) :

1. Kelompok faktor bahan tanam

Kelompok faktor bahan tanam meliputi faktor-faktor keturunan, kemurnian dan daya tumbuh. Bahan tanam adalah bagian tanaman yang hidup yang akan ditanam. Bagian tanaman yang dapat digunakan sebagai bahan tanam tergantung pada jenis dan umur tanamannya dapat berupa daun, ranting/cabang, batang, akar, umbi, rhizome, stolon, buah dan biji. Bahkan dengan teknologi tinggi jaringan tanaman bagian manapun dapat digunakan sebagai bahan tanam.

Untuk memberikan produk pertanian yang maksimal, bahan tanam yang digunakan harus bersifat unggul, murni dan mempunyai daya tumbuh yang tinggi. Varietas unggul ialah varietas yang

mempunyai kemampuan memberikan hasil tinggi, respon terhadap pemupukan, pengairan, tahan terhadap gangguan dan perubahan lingkungan. Varietas unggul akan menunjukkan keunggulannya jika persyaratan tumbuhnya terpenuhi secara optimum, sebaliknya bila persyaratan tumbuhnya dibawah optimum hasilnya akan lebih jelek dibandingkan varietas non unggul.

2. Kelompok faktor esensiil

Kebutuhan pokok tanaman adalan meliputi cahaya matahari, air dan unsur hara, yang merupakan faktor esensiil untuk kehidupan. Ketiganya merupakan satu kesatuan yang keberadaannya diperlukan dalam jumlah yang seimbang. Apabila salah satu dalam jumlah yang kurang, meskipun dua faktor lainnya dalam jumlah banyak tidak akan dapat dimanfaatkan oleh tanaman secara baik dan seterusnya.

Organ tanaman yang mempunyai peranan penting dalam pengubahan energi matahari menjadi energi kimia adalah daun yaitu bagian tanaman yang mengandung zat hijau daun atau klorofil. Pada prinsipnya semakin banyak daun semakin banyak energi matahari yang dapat diubah menjadi energi kimia sehingga semakin banyak dihasilkan bahan kering. Akan tetapi kenyataan dilapang, semakin banyak daun akan terjadi saling menutupi satu sama lain sehingga pemanfaatan energi matahari menjadi tidak efisien dan bahan kering yang dihasilkan semakin menurun. Daun-daun bagian bawah mensuplai fotosintat yang rendah karena sedikit memperoleh sinar, namun kegiatan respirasinya justru lebih tinggi sehingga dapat mengurangi hasil bobot kering tanaman. Jumlah daun optimum akan memberikan hasil fotosintesis yang maksimal bagi tiap individu

tanaman. Keadan ini tercapai apabila daun yang terbawah hasil fotosintesis bersih sama dengan yang diperlukan untuk respirasinya sendiri.

Air merupakan faktor esensiil yang penting bagi kehidupan tanaman, karena tanpa air tanaman tidak akan hidup. Fungsi air bagi tanaman antara lain :

- a) Sebagai pembentuk tubuh tanaman
- b) Sebagai pelarut unsur hara
- c) Sebagai bahan baku fotosintesis
- d) Sebagai pengatur tekanan turgor
- e) Sebagai pengatur suhu tubuh dan sebagai alat transportasi tanaman.

Unsur hara merupakan bahan makanan yang sangat dibutuhkan oleh tanaman untuk pteumbuhan dan perkembangannya. Unsur hara dapat dibedakan menjadi unsur hara esensiil dan unsur hara non esensiil. Unsur hara esensiil dibutuhkan dalam jumlah tertentu, kekurangan atau kelebihan akan menyebabkan gangguan pertumbuhan. Unsur hara non esensiil dibutuhkan tidak dalam jumlah tertentu dan keberadaannya dapat digantikan oleh unsur hara yang lainnya yang setara. Unsur hara esensiil terdiri dari unsur makro dibutuhkan dalam jumlah banyak yaitu karbon (C), hidrogen (H), oksigen (O), nitrogen (N), Kalium (K), kalsium (Ca), Magnesium (Mg), belerang (S) dan phosphor (P) dan unsur mikro yang dibutuhkan dalam jumlah sedikit yaitu besi (Fe), tembaga (Cu), seng (Zn), mangan (Mn), molybdenum (Mo), boron (B) cobalt (Co), klor (Cl).

3. Kelompok faktor iklim

Iklim adalah pengaruh rata-rata dari cahaya, kelembaban, suhu, tekanan, gerakan udara (angin) dan periodisitas pada periode waktu tertentu terhadap kehidupan organisme. Sedangkan keadaan iklim dari hari ke hari disebut cuaca. Iklim dibedakan atas iklim makro dan iklim mikro. Iklim makro adalah variabel atmosfer dalam masa udara bebas beberapa meter di atas permukaan tanah. Sedangkan iklim mikro adalah keadaan variabel atmosfer yang menggambarkan iklim untuk waktu dan tempat yang sama dapat berbeda dalam masa udara dekat dengan permukaan bumi karena pengaruh panas bumi, jenis tanah, dan tanaman.

4. Kelompok faktor gangguan

Gangguan terhadap tanaman selama proses pertumbuhan di lapangan dapat disebabkan oleh berbagai macam hal, dapat berupa makhluk hidup maupun bencana alam. Gangguan yang disebabkan oleh makhluk hidup dinamakan gangguan biologis sedangkan yang disebabkan oleh sebab lain disebut gangguan mekanis.

Berdasarkan penyebabnya gangguan biologis dibedakan atas hama, penyakit dan gulma. Hama adalah binatang atau hewan yang menyebabkan gangguan pada tanaman dengan tanda-tanda adanya kerusakan pada tanaman berupa gigitan, tusukan, lubang dan lain-lain sehingga menyebabkan penurunan pertumbuhan dan hasil. Contoh hama adalah belalang, tikus, siput, jengkerik, ulat, wereng, burung dan lain-lain.

Penyakit adalah organisme yang menyebabkan gangguan pada tanaman berupa penyakit dengan tanda-tanda kerusakan jaringan tanaman, bercak, busuk dan lain-lain sehingga tanaman tumbuh tidak normal dan produksinya menurun. Contoh penyakit adalah bakteri, jamur, virus dan lain-lain. Gulma adalah tanaman yang keberadaannya tidak dikehendaki dalam system budi daya karena dapat mengganggu perumbuhan tanaman dengan cara melakukan kompetisi terhadap unsur hara, air, cahaya dan ruang tumbuh, sehingga tanaman budidaya pertumbuhan dan produksinya menurun. Contoh gulma adalah rumput-rumputan, enceng gondok, salvinia molesta dan lain-lain.

C. Faktor Yang Mempengaruhi Pembungaan

Pembungaan tanaman kakao sangat dipengaruhi oleh factor dalam (internal) dan factor lingkungan (iklim). Di lokasi tertentu, pembungaan sangat terhambat oleh musim kemarau atau oleh suhu dingin. Namun, lokasi yang curah hujannya merata sepanjang tahun serta fluktuasi suhunya kecil, tanaman akan berbunga sepanjang tahun (Susanto, 1994).

1. Umur tanaman

Awal berbunganya kakao di kebun beragam, bergantung pada sifat genetic dan pemeliharaannya. Tanaman yang dirawat dengan baik mulai berbunga pada umur dua tahun. Porodisitas musim berbunga juga dipengaruhi umur dan berhubungan dengan irama pertumbuhan tanaman secara keseluruhan. Pada tanaman yang masih muda dan relative bertunas terus menerus, beberapa

bunganya selalu tampak pada pohon. Setelah berumur 3-4 tahun, tanaman akan berbunga dan bertunas yang berlangsung secara berurutan. Masa tidak berbunga biasanya dimulai 1-2 bulan setelah masa tidak bertunas. Hal ini membuktikan bahwa ada hubungan erat dari kedua proses itu (bertunas dan berbunga) (Rahardjo, 2011).

2. Status nutrisi

Pengeratan kulit batang (ringing) kakao dapat meningkatkan pembungaan di atas jeratan dan mengurangi pembungaan di bawahnya. Tujuan pengeratan adalah untuk memblokir aliran nutrisi dari daun ke bagian tanaman lainnya. Dari saat pengeratan sampai tumbuhnya bunga diperlukan waktu sekitar 45 hari. Saling pengaruh antara pengeratan kulit dan status nutrisi ini telah diteliti oleh Vuelker (1938) dan Hutcheon (1973). Berdasarkan fenomena bahwa karbohidrat dan keterbatasan metabolisme nitrogen merupakan faktor-faktor fisiologi yang mempengaruhi pembungaan (Susanto, 1994).

3. Korelasi internal

Diantara banyak kultivar kakao, dijumpai bunga-bunga yang tidak dapat menjadi buah karena faktor sterilitas dan inkompatibilitas. Di samping itu, adanya persaingan antara bunga dan buah dapat mempengaruhi pembungaan. Hal ini terbukti pada saat tanaman tidak berbuah, pembungaan justru meningkat. Sebaliknya pada saat tanaman berbuah lebat, pembungaan sangat berkurang.

4. Aktivitas kambium

Aktivitas kambium dapat mempengaruhi pembungaan. Dengan bantuan alat dendrometer, Alvin mengukur kambium setiap minggu dari tahun 1975 sampai tahun 1978. Hasilnya menunjukkan bahwa pada saat aktivitas cambium minimal (juli-oktober) intensitas pembungaan juga minimal. Aktivitas kambium meningkat pada bulan oktober sampai dengan pertengahan November, pembungaan menyusul 5-6 minggu kemudian (Wahyudi, 2008).

5. Naungan

Semakin ringat tingkat naungan semakin banyak bunga yang tumbuh. Jika tanpa naungan, tanaman berbunga lebih awal dan jumlah bunga lebih banyak. Pada dasarnya, pengaruh naungan terhadap pembungaan bersifat tidak langsung. Factor yang menentukan sebenarnya adalah iklim mikro yang terdiri dari suhu dan kelembapan udara. Namun, menurut hasil percobaan, penyerbukan lebih efektif dan buah terbentuk paling banyak apabila kondisi naungan ringan, bukan pada kondisi tanpa naungan (Susanto, 1994).

6. Suhu

Tanaman kakao memerlukan suhu optimal untuk berbunga. Apabila suhu turun di bawah 23°C, proses pembungaan akan terhambat. Suhu rendah mengakibatkan terhambatnya proses pembentukan (deferensiasi) kuncup-kuncup bunga (sale, 1969). Dari suatu penelitian diperoleh bahwa pada kondisi terkontrol menunjukkan bahwa jumlah bantalan bunga yang aktif setiap

pohon dan jumlah bunga yang terbentuk dari setiap bantalan bunga lebih banyak terjadi pada suhu 26°C dan 30°C. Bantalan bunga memerlukan rangsangan suhu yang hangat untuk dapat aktif menumbuhkan bunga. Di lain pihak suhu yang terlalu tinggi juga menghambat pembungaan karena terjadi kerusakan pada hormone yang memacu diferensiasi sel dan pembungaan (Anonim, 2008).

7. Distribusi hujan dan dan kelembapan.

Kakao merupakan tanaman tahunan yang tumbuh di daerah tropis dan sangat peka terhadap kekurangan air atau cekaman lengas (*stress*). Pembungaan sangat berkurang apabila tanaman mengalami stress. Menurunnya pembungaan ini menurut Sale disebabkan oleh terhambatnya perkembangan tunas bunga tetapi awal pembentukan bunga (inisiasi bunga) tetap berlangsung selama cekaman lengas. Hal ini tampak pada tanaman yang mengalami kekeringan akan segera berbunga ebat apabila diairi. Peningkatan pembungaan yang spektakuler ini membuktikan bahwa sesungguhnya cekaman lengas tidak mencegah diferensiasi kuncup bunga tetapi menyebabkan kuncup bunga dalam keadaan dorman (istirahat). Transisi dari periode kering ke periode basah merupakan factor penting yang mengatur intensitas pembungaan kakao. Pembungaan dapat pula diinduksi dengan meningkatkan kelembapan udara dari rendah (50-60%) atau sedang (70-80%) ke kelembapan tinggi (90-95%) (Wahyudi, 2008)

Pertanyaan

1. Jelaskan pengaruh iklim terhadap pertumbuhan tanaman kakao!
2. Sebutkan faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan!
3. Tuliskan faktor-faktor yang dapat mempengaruhi proses pembungaan!

BAB II

PENYAKIT PADA KAKAO

Usaha pengembangan kakao sering mengalami berbagai hambatan terutama oleh penyakit dan hama. Hal ini dapat mengakibatkan menurunnya kualitas kakao yang dihasilkan. Besarnya kerugian sangat berbeda antar kebun bervariasi. Penyebab penyakit yang sering dijumpai pada tanaman kakao adalah jamur, bakteri atau virus.

A. Penggerek Buah Kakao (PBK)

Penyakit PBK disebabkan oleh *Conopoomorpha cramerella* Snellen. *C. cramerella* merupakan ngengat dari family Gracillariidae. *C. cramerella* adalah hama yang sangat merusak pada tanaman kakao dan dapat menurunkan hingga 90% (Anshary, 2002).



Gambar 2.1 *Conopoomorpha cramerella* sp.
Sumber : Papua-Insect.nl

Kerusakan yang ditimbulkan oleh larva PBK berupa rusaknya biji, mengeriputnya biji dan timbulnya warna gelap pada kulit biji. Serangan penggerek buah kakao dapat diketahui dari perubahan warna kulit, buah menjadi belang hijau-kuning tampak seperti matang sebelum waktunya. Buah ini jika dibuka, bagian dalamnya akan berwarna coklat kehitaman. Pada kulit buah kakao yang terserang penggerek akan terdapat garis hitam yang merupakan bekas liang galian larva penggerek buah kakao. Biji dari buah yang terserang biasanya berukuran kecil dan saling berdempetan satu sama lain. Biji ini sulit dikeluarkan karena melekat kuat pada kulit buah. Biji dari buah yang terserang juga memiliki kadar lemak yang rendah sehingga harga jualnya sangat rendah.

Dalam kehidupan tanaman kakao, sejarah hidup dan kesinambungan generasi PBK dapat digambarkan sebagai berikut.



Gambar 2.2 Daur Hidup *Conopomorpha cramerella* sp.
Sumber : alchetron.com

Telur berwarna kuning jingga, diletakkan satu per satu oleh ngengat betina pada alur-alur permukaan buah terutama buah yang telah berukuran panjang di atas 8 cm, dan tidak pada bagian lainnya. Setelah 6-7 hari, larva berwarna kekuningan yang panjangnya 1 mm keluar dari telur, langsung menggerek kedalam buah dan tetap tinggal di dalam buah sampai menjelang berkepompong. Larva membuat liang gerakan di bawah kulit buah dan di antara biji serta memakan daging buah.



Gambar 2.3 Penyakit PBK pada Kakao

Usaha pengendalian penyakit tersebut terutama dilakukan dengan system PHT (Pengendalian Hama Terpadu). Pengendaliannya dilakukan dengan cara antara lain:

1. Kultur Teknis

- a. Karantina yaitu dengan mencegah masuknya bahan tanaman kakao yang terserang TBK
- b. Pemangkasan bentuk dengan membatasi tinggi tajuk tanaman maksimum 4 meter sehingga memudahkan saat pengendalian dan panen
- c. Penyelubungan buah (kondomisasi) yakni membungkus buah menggunakan kantong plastic.

2. Pengendaian biologis

Pengendalian ini dapat dilakukan dengan melepaskan musuh alaminya baik dari golongan predator maupun parasitoid. Predator seperti semut hitam (*Dolichoderus thoracicus*), semut angrang

(*Oesophylla smaragdina*) dan laba-laba (*Arachnida*). Sedangkan parasitoid seperti *Gorypus spp*, *Paraphylax spp*, *Ceraphron spp*, *Phaenocarpa spp*, *Beauveria bassiana* dan jamur *Trichogrammatoiddeabactreafumata*.

3. Pengendalian kimia

Dalam pengendalian ini dapat dilakukan dengan insektisida kontak maupun sistematik dari bahan aktif seperti *Propoxar* 0,1 % dan *Deltametrin* (Decis-2,5 EC), *Sihalotrin* (Matador 25 EC), dan *Buldok* 25 EC. Penyemprotan dilakukan dengan volume semprot 25 L/Ha dan frekuensi 10 hari sekali.

B. Kepik Penghisap Buah (*Helopeltis spp*)

Helopeltis merupakan penyakit buah kakao yang disebabkan oleh serangan kepik *Helopeltis spp*. yang menyerang buah kakao dan pucuk/ranting muda. Serangan pada buah tua tidak terlalu merugikan, tetapi sebaliknya pada buah muda.



Gambar 2.4 *Helopeltis spp*

Sumber : natureloveyou.sg

Gejala kerusakan ditandai :

1. Masa perkembangan 17-20 hari, umur maksimum serangga dewasa 46 hari, dengan daerah sebar 0 -1679 m dpl,
2. Panjang tubuh \pm 1 cm, telur berwarna putih dan umumnya diletakkan di kulit buah, tunas, dan tangkai buah,
3. Bercak pada buah berukuran kecil, diameter 2-3 mm, dan letak cenderung di ujung buah
4. Buah yang diserang tampak bercak-bercak cekung berwarna hitam
5. Serangan pada buah menyebabkan buah kering dan mati
6. Serangan pada pucuk atau ranting menyebabkan pucuk layu dan mati (die back), ranting mengering dan merangas



Gambar 2.5 Penyakit Kepik Penghisap Buah pada Kakao

Buah muda yang terserang mengering lalu rontok, tetapi jika tumbuh terus, permukaan kulit buah retak dan terjadi perubahan bentuk. Serangan pada buah tua, tampak penuh bercak-bercak cekung berwarna coklat kehitaman, kulitnya mengeras dan retak.

Serangan pada pucuk atau ranting menyebabkan pucuk layu dan mati, ranting mengering dan meranggas (Yogiswara, 2016).

Upaya pengendaliannya dilakukan dengan cara antara lain:

1. Pengendalian biologis

Pengendalian helopeltis secara biologis dapat dilakukan menggunakan semut hitam. Sarang semut dibuat dari daun kakao kering dan dau kelapa diletakkan diatas jorket dan dilapisi gula.

2. Pengendalian kimia

Pengendalian kimiawi yang paling efektif dengan menggunakan insektisida pada areal yang terbatas yaitu bila serangan helopeltis < 15% sedangkan bila serangan >15% dilakukan secara menyeluruh.

C. Penyakit Buah Busuk (*Phytophthora palmivora*)

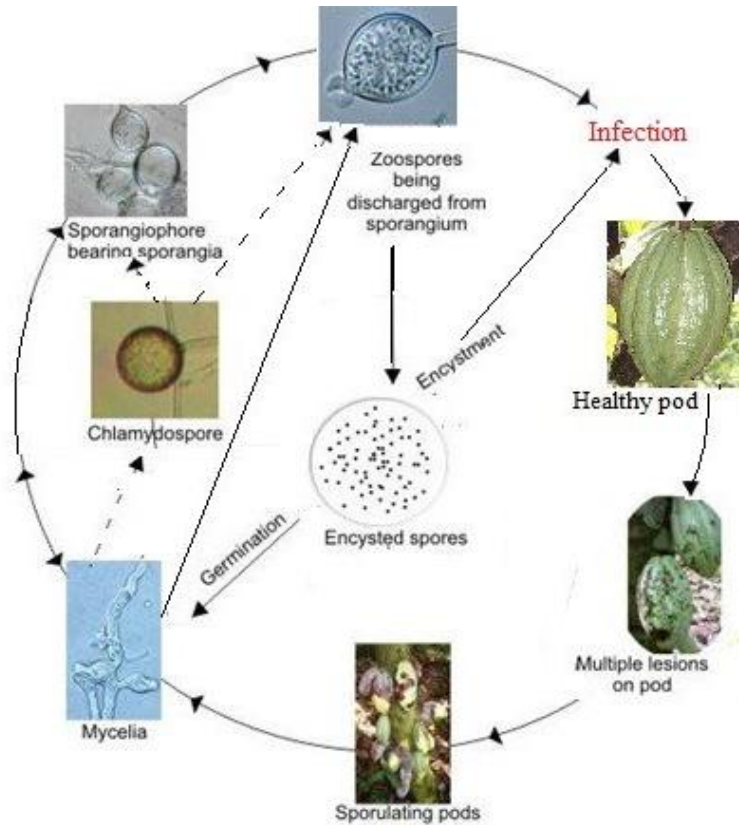
Busuk buah *Phytophthora* (BBP) yang disebabkan *Phytophthora* merupakan salah satu penyakit yang berperan dalam penurunan produksi kakao. *Phytophthora* merupakan spesies utama yang menyerang semua fase perkembangan buah kakao sehingga selain menyebabkan busuk buah, juga menyebabkan layu cherelle. Dua spesies *Phytophthora* yaitu *Phytophthora palmivora* dan *Phytophthora megakarya* sebagai penyebab penyakit busuk buah di Ghana telah dilaporkan. *P. megakarya* baru ditemukan di Gana dan yang paling merusak dari dua pathogen ini. Di daerah yang diserang oleh *P. megakarya*, kerugian hasil meningkat dari 15% dengan kehadiran *P. palmivora* dan 30-35% sebagai akibat dari infeksi *P. megakarya* (Sriwati, 2012).



Gambar 2.6 *Phytophthora megakarya*

Sumber : forestphytophthoras.org

Penyakit BBP disebarkan melalui sporangium yang terbawa dan terpercik air hujan, dan biasanya penyakit ini berkembang dengan cepat pada kebun yang memiliki curah hujan yang tinggi dengan kondisi lembab. Infeksi oleh *P. Megakarya* berlangsung baik pada lingkungan yang mengandung propagul *P. megakarya* sehingga dapat menginfeksi buah kakao yang sehat atau dari biji kakao yang terinfeksi menyebar ke buah kakao yang masih sehat. Inokulum primer di tanah diaktifkan dalam keadaan basah dan kondisi lembab dan berkembang menjadi sporangia. Melalui percikan hujan atau oleh serangga tertentu seperti semut, sporangia atau zoospora motil biflagellate, kemudian diangkut ke buah yang sehat lalu terjadi infeksi.



Gambar 2.7 Daur Hidup *Phytophthora*

Sumber : Nembot, 2017

Infeksi yang berhasil kemudian menghasilkan generasi inokulum sekunder, yang tersebar. Pada kondisi yang tepat, satu buah kakao dapat menghasilkan beberapa juta zoospora motil. Inokulum *P. megakarya* bisa bertahan hingga 18 bulan di tanah perkebunan kakao. Gejala Serangan Buah kakao yang terserang berbercak coklat kehitaman, dimulai dari ujung atau pangkal buah.



Gambar 2.8 Penampakan penyakit Busuk Buah pada Kakao

Sumber : Adeniyi, 2019

Pengendalian dilakukan secara terpadu dengan cara sebagai berikut :

1. Kultur teknis

- a. Melakukan sanitasi kebun dengan cara memetik buah yang busuk, dan dieradikasi
- b. Melakukan pengaturan pohon pelindung dan pemangkasan tanaman kakao, sehingga kelembaban menjadi rendah
- c. Penanaman klon tahan

2. Pengendalian secara kimiawi

Pengendalian secara kimia dilakukan dengan cara penyemprotan buah menggunakan fungisida seperti *Sandoz*, *cupravit cobox* dll. Penyemprotan dilakukan dengan frekuensi 2 minggu sekali.

3. Pengendalian biologis

Pengendalian penyakit ini dapat dilakukan menggunakan Cendawan Endofit *Trichoderma asperellum* (Hakkar, 2014).

D. Hama Kutu Putih (*Planococcus Citri*)

Imago kutu putih tertutup lapisan lilin berwarna putih dengan panjang tubuh 2 – 3,5 mm, lebar 1-2 mm. Batas antara kepala, toraks dan abdomen tidak jelas warna tubuh kekuning-kuningan. Antena berbentuk seperti benang panjang, berwarna gelap, dan terdiri dari 8 ruas. Bentuk nimfa sama dengan imago dengan panjang 0,55 mm dengan lapisan lilin tipis, lilin akan semakin tebal setelah nimfa menghisap cairan tanaman. Hama membentuk koloni.

Daur hidup kutu putih, berkisar antara 48 — 57 hari. Stadium telur 3-4 hari, stadium nimfa 44-55 hari terdiri dan 4 instar untuk serangga betina dan 3 instar untuk serangga jantan. Seekor serangga betina dapat bertelur sebanyak 200-400 butir. Perkembangan populasi dibantu oleh semut gramang, *Anoplolepis longipes*, dan semut hitam, *Dolichoderus toracicus*. Populasi kutu putih akan meningkat dengan cepat apabila kelembaban relatif di bawah 70%.



Gambar 2.9 *Planococcus Citri*

Nimfa kutu putih yang masih muda berwarna kekuningan menempel pada permukaan kulit buah kakao. Nimfa yang lebih tua berwarna kuning pucat tertutup oleh lapisan lilin putih pada permukaan tubuhnya. Pada saat masih berupa nimfa muda kutu aktif bergerak dan berpindah tempat. Setelah menemukan tempat yang cocok kutu akan menetap dan mengisap cairan tanaman tersebut hingga berkembang dewasa. Penyebaran kutu ini sering kali dibantu oleh semut. Nimfa betina meletakkan telur tepat dibawah tubuh induknya. Telur tersebut umumnya berwarna putih dan diselimuti benang-benang halus yang juga berwarna putih. Setelah menetas, telur menjadi larva yang berwarna kuning dan tubuhnya dilapisi oleh lapisan lilin yang tidak terlalu tebal (Anonim, 2019).



Hama **KUTU PUTIH**
(*mealy bug*)

Gambar 2.10 Penyakit Kutu Putih pada Kakao

Sumber : Cornelia, 2019

Serangan kutu putih pada bunga dan calon buah dapat menyebabkan pertumbuhan buah menjadi abnormal. Buah yang masih muda jika terserang hama kutu putih akan terhambat perkembangannya dan memiliki bentuk yang tidak beraturan, berkerut dan mengeras pada bagian yang terserang karena kutu mengisap cairan pada bagian tersebut serta mudah rontok. Hama kutu putih yang menyerang tunas dan daun muda menyebabkan tanaman kakao tidak mampu berkembang dengan baik. Serangan kutu putih pada tunas daun menyebabkan terjadinya pertumbuhan yang tidak normal pada daun tersebut dan terjadinya pembengkokan pada cabang yang terbentuk dari tunas yang terserang (Anonim, 2019).

Pengendalian dilakukan secara terpadu dengan cara sebagai berikut :

1. Kultur teknis

Pengaturan naungan yang optimal. Naungan yang dianjurkan adalah lamtoro L2 dengan kerapatan 400-600 pohon per ha. Dengan naungan yang cukup maka kelembaban kebun akan cukup tinggi sehingga sangat mendukung perkembangan cendawan musuh alami kutu putih.

2. Pengendalian Biologis

Dengan menggunakan Kumbang biru, *Curinus coeruleus*, semut hitam dan cendawan *entomopatogen Beaveria bassiana* sebagai predator kutu putih dan kutu loncat.

3. Pengendalian kimiawi

Jika populasinya sudah sangat melimpah dapat digunakan pestisida kimia yang sesuai dan dianjurkan secara tepat (waktu, dosis, cara, sasaran) yaitu dengan insektisida berbahan aktif fosfamidon, karbaril, dan monokrotofos.

E. Hama penggerek batang kakao (*Zeuzera coffear*)

Penggerek batang kakao *Zeuzera coffeae* (Lepidoptera: Cossidae) merupakan salah satu hama yang sering dihadapi oleh petani, disamping penggerek buah dan penghisap buah kakao. Imago serangga zeuzera yang aktif pada malam hari (nokturnal) ini bertelur selama 6 sd 8 kali sehari, sedangkan periode bertelurnya berlangsung 5 sd 6 hari. Imago betina dapat memproduksi telur sebanyak 500 sd 1.000 butir selama masa hidupnya. Telur biasanya diletakan di celah kulit-kulit pohon yang membuka. Telur *zeuzera* dapat diidentifikasi

dari dimensinya yakni panjang 1 mm, lebar 0,5 mm, dan berwarna kuning kemerah-merahan.

Telur biasanya menetas menjadi ulat penggerek batang setelah 10 sd 11 hari setelah diletakan. Ulat berwarna merah cerah dengan panjang 3 sd 5 mm. Ulat tersebut dapat menggerek cabang bahkan batang tanaman dan menyebabkan cabang atau batang yang terserang menjadi kopong dan menyisakan sedikit lapisan xilem dan floemnya saja. Ulat tersebut sering berpindah dari satu lubang gerekkan ke bagian cabang atau batang lainnya untuk membuat gerekkan baru. Liang gerekkan dibuat umumnya sedalam 40 sd 50 cm dengan diameter liang sekitar 1 sd 1,2 cm. Tiap liang gerekkan umumnya ditinggali oleh satu ekor ulat saja.

Ulat bermetamorfosis menjadi kepompong umumnya pada usia 81 sd 151 hari setelah ditetaskan. Ulat berkepompong di dalam kamar kepompong yang panjangnya 7 sd 12 cm yang dibuat dalam liang gerekkan. Liang gerekkan ketim ulat tengah berada pada fase kepompong umumnya ditutup bagian atas dan bawahnya menggunakan kotoran atau sisa gerekkan.



Gambar 2.11 *Zeuzera coffear*

Sumber : shutterstock

Ulat *Z. coffeae* dapat menggerek cabang bahkan batang pokok tanaman dengan menggerek bagian empelur (xylem). sehingga menyebabkan tanaman mudah patah atau pertumbuhan tanaman menjadi terhambat (Lestari, 2018) . Jika ulat zeuzera sudah keluar pertumbuhan batang yang digerek biasanya kembaku normal. Namun pada serangan yang lebih berat, serangan hama ini dapat mengakibatkan kematian bagi tanaman. Serangan hama ulat penggerek batang dapat diidentifikasi melalui adanya liang gerakan pada batang disertai dengan adanya kotoran berbentuk silindrik dan berwarna merah kehitam-hitaman yang keluar dari liang gerakan.

Serangan hama ulat penggerek batang dapat diidentifikasi melalui adanya liang gerakan pada batang disertai dengan adanya kotoran berbentuk silindrik dan berwarna merah kehitamhitaman yang keluar dari liang gerakan. Pada serangan yang berat, *Zeuzera coffeae* dapat mengakibatkan patahnya cabang, kematian bagi tanaman muda, dan mengelupasnya kulit batang pada tanaman. Kondisi ini jelas menimbulkan masalah terutrama produksi buah, mengingat bahwa bunga kakao tumbuh di bagian batang (*cauliflorous*) (Lestari, 2018).

Usaha Pengendalian Hama Terpadu (PHT) menggunakan dua atau lebih teknik pengendalian dalam satu kesatuan, yang meliputi kultur teknis, biologi, mekanik/fisik dan kimia, untuk mencegah dampak kerusakan mencapai ambang batas ekonomis (Nur Rokhmah, 2018) .

1. Kultur teknis

Pembersihan sisa-sisa tanaman dapat mengurangi laju peningkatan populasi dan ketahanan hidup hama. Penanaman tanaman penyangga (*barrier crops*), seperti talas atau ubi jalar atau spesies *Pueraria* menggunakan ajir dengan ketinggian tertentu dapat membantu membatasi penyebaran hama yang memiliki sejumlah besar tanaman inang.

2. Pengendalian Biologis

Penggunaan musuh alami larva *Z. coffeae*, yaitu *Beauveria bassiana*, Semut, Burung pelatuk sebagai predator larva *Z. coffeae*. Pemangkasan cabang terserang yang terdapat larva di dalamnya. Pada kasus serangan telah mencapai akar, perlu dilakukan pencabutan akar/pembongkaran seluruh tanaman. Sisa-sisa tanaman tersebut kemudian dikumpulkan dan dibakar. Penangkapan ngengat dewasa di malam hari menggunakan perangkap cahaya untuk mengurangi populasi.

3. Pengendalian kimiawi

Pengendalian kimia dengan pestisida sintetik digunakan sebagai pilihan terakhir dengan tetap memperhatikan dosis yang dianjurkan. Insektisida yang direkomendasikan yaitu 0,25% a.i. dieldrin, 2% a.i. chlorpyrifos, atau 80% dichlorvos EC (1: 100). Aplikasi dapat dilakukan dengan cara menyuntikkan insektisida ke dalam lubang gerek pada cabang atau batang yang besar, menyumbat/menutup lubang-lubang gerek dengan kapas yang sebelumnya telah dicelupkan dalam insektisida, dan menginfus

tanaman dengan insektisida sistemik baik melalui batang maupun ujung akar.

F. Penyakit VSD (*Vaskular Streak Dieback*)

Penyakit VSD (*Vaskular Streak Dieback*) adalah salah satu penyakit yang disebabkan oleh infeksi cendawan *Oncobasidium theobromae* pada tanaman kakao. Penyakit ini dapat menyerang pada semua fase pertumbuhan tanaman kakao, mulai dari fase pembibitan hingga fase tanaman berproduksi. Serangan umumnya dimulai dari bagian pucuk pada ranting tanaman.

Jamur ditandai oleh miselium udara yang tumbuh cepat dan cepat mengisi cawan petri berdiameter 90 mm 3 hari pada suhu 25 ° C. Miselium menjadi gelap dengan bertambahnya usia, dengan pycnidia globose hitam berkembang sendiri atau dalam kelompok, dengan atau tanpa stroma, dengan ostiol sentral yang diamati setelah 14 hari inkubasi pada 25 ° C. onidia awalnya uniseluler, ellipsoidal, hialin, berdinding tebal dengan konten granular, dan 25–27 × 11–13µm. Matureconidia adalah satu-septate, coklat tua dan dengan striasi longitudinal. Morfologi jamur yang diambil dalam penelitian ini cocok dengan yang dijelaskan untuk *L. Theobromae* (Alfindia, 2017).

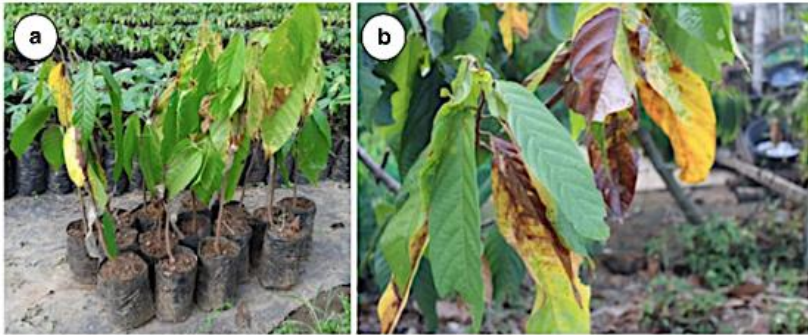
Penyakit pembuluh kayu VSD menular dari tanaman satu ke tanaman lain melalui spora yang diterbangkan oleh angin pada tengah malam. Kira-kira hanya 10 m dari sumbernya. Tetapi jika ada angin kencang spora bias terbawa sampai 182 m. Spora jamur *O. theobromae* peka terhadap cahaya menjadi tidak infeksiif setelah terkena sinar matahari selama 30 menit. Spora yang jatuh pada daun muda akan segera berkecambah apabila tersedia air dan akan masuk

dan berkembang kedalam jaringan xilem. Di dalam xilem, jamur tumbuh kebatang pokok. Setelah 3-5 bulan muncul gejala daun menguning dengan bercak hijau. Daun-daun tersebut mudah rontok dan menyebabkan ranting mati.

Sporofor berupa benang-benang putih muncul pada malam hari dari bekas duduk daun sakit yang telah gugur. Pada kondisi yang sesuai akan terbentuk basidiospora. Bahkan ada yang melaporkan sporofor akan muncul pada ranting sepanjang malam. Penyakit VSD lebih mudah tersebar di daerah beriklim basah dengan curah hujan yang merata sepanjang tahun dibandingkan dengan daerah yang beriklim kering.

Kerusakan Penyakit *vaskular streak dieback* dapat dikenali dari gejala-gejala yang ditimbulkannya pada tanaman kakao yang terserang. Gejala tersebut antara lain

1. Daun kakao menguning dengan bercak-bercak berwarna hijau muda,
2. Terdapatnya 3 noktah hitam pada bekas duduk daun bagian dalam dan jaringan kayu yang dipotong,
3. Jika dibelah, noktah hitam tersebut terlihat lebih jelas dalam bentuk garis-garis hitam,
4. Pada serangan akut yang tanpa pengendalian, tanaman akan menjadi gundul karena kerontokan daun yang terus terjadi



Gambar 2.12 Daun yang kering disebabkan *Oncobasidium theobromae*

Sumber : Alfindia, 2017



Gambar 2.13 Batang Kakao Rusak disebabkan *Oncobasidium theobromae*

Sumber : Alfindia, 2017

Pengendalian penyakit Vsd dapat dilakukan yaitu dengan menggunakan klon kakao yang toleran atau tahan terhadap penyakit Vsd, pemangkasan sanitasi, penggunaan agensia hayati. Adapun klon kakao yang toleran kultivar kakao mulia (Criollo) yang banyak ditanam di Jawa dewasa ini (DR 1, DR 2, DR 38, DRC 13, dan DRC 16),

semuanya termasuk Trinitario yang mempunyai ketahanan yang cukup. Kakao lindak (Trinitario) yang dianjurkan antara lain adalah ICS 60 x Sca 6; DR 2 x Sca 12; Sca 12 x ICS 60; ICS 60 x Sca 12; DR 1 x Sca 6; DR 1 x Sca 12; dan Sca 6 x ICS 6. (Soemangun, 2000), Untuk penanaman baru dianjurkan menanam hibrida/klon yang toleran misalnya DR 1 x Sca 6; DR 1 x Sca 12; ICS 60 x Sca 6; Sca 12 x ICS 60; Sca 6 x ICS 6; klon DRC 15. (Sulistiowaty, 2006). Sedangkan menurut Prawoto dkk (2010) Penanaman baru dianjurkan menanam klon ICCRI 03, ICCRI 04, Sulawesi 1, Sulawesi, 2 atau hibrida dengan induk klon Sca 6 dan Sca 12 (Balittri.litbang.pertanian, 2015).

Pertanyaan

1. Jelaskan ciri-ciri yang dapat diamati jika kakao diserang serangga penggerek buah!
2. Sebutkan tindakan yang dapat di tempuh ketika serangga *helipeltis spp.* menyerang buah kakao!
3. Jelaskan proses infeksi *Phytophthora spp.* Pada buah kakao?

BAB III

BIOKIMIA FERMENTASI DAN PENYANGRAIAN

A. Biokimia

Biokimia, berasal dari dua kata, yaitu bio (artinya kehidupan) dan kimia. Biokimia dapat diartikan sebagai ilmu yang membahas tentang dasar-dasar kimia dari kehidupan. Biokimia juga dapat diartikan sebagai ilmu yang membahas tentang zat-zat kimia penyusun tubuh makhluk hidup, serta reaksi-reaksi dan proses kimia, yang berlangsung di dalam tubuh makhluk hidup. Reaksi dan proses kimia yang berlangsung didalam tubuh makhluk hidup atau didalam sel, kita namakan metabolisme. Dengan definisi ini dapat dipahami bahwa biokimia mencakup atau bersinggungan dengan sebagian bahasan dalam biologi sel dan biologi molekuler.

Ada empat kelas molekul utama dalam biokimia yaitu: karbohidrat, lipid, protein, dan asam nukleat. Banyak molekul biologi merupakan "polimer": dalam kasus ini, *monomer* adalah

mikromolekul yang relatif kecil yang bergabung menjadi satu untuk membentuk makromolekul-makromolekul, yang kemudian disebut sebagai "polimer". Ketika banyak monomer bergabung untuk mensintesis sebuah polimer biologis, mereka melalui proses yang disebut dengan sintesis dehidrasi.

B. Fermentasi

Fermentasi berasal dari bahasa latin yaitu *fervere* yang artinya merebus, istilah ini sering digunakan oleh ahli mikrobiologi dalam memproduksi suatu produk melalui pengembangbiakan mikroorganismenya. Mikroorganismenya ini berperan merubah padatan dan cairan menjadi beberapa macam produk. Substrat yang digunakan bisa bermacam-macam yang mampu mendukung pertumbuhan mikroorganismenya.

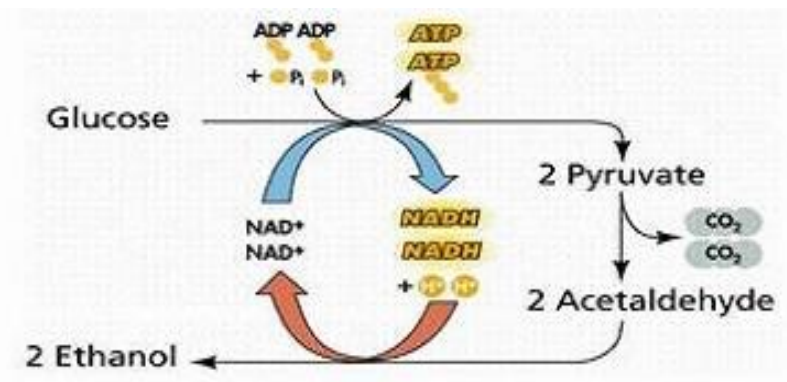
Fermentasi adalah proses produksi energi dalam sel dalam keadaan anaerobik (tanpa oksigen). Secara umum, fermentasi adalah salah satu bentuk respirasi anaerobik, akan tetapi, terdapat definisi yang lebih jelas yang mendefinisikan fermentasi sebagai respirasi dalam lingkungan anaerobik dengan tanpa akseptor elektron eksternal. Fermentasi awalnya dilakukan untuk mengawetkan makanan, tetapi saat ini pengawet bahan makanan sudah sehingga fungsi fermentasi berubah kearah menjadi peningkatan citarasa, aroma, dan tekstur yang spesifik dari suatu bahan makanan ataupun minuman seiring dengan berkembangnya atribut sensorik ditengah-tengah masyarakat.

Proses fermentasi dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu suhu, pH, lingkungan dan komposisi media, kelarutan dalam O₂, kelarutan dalam CO₂, sistem operasi (seperti batch, fed-batch, dan sebagainya), pemberian makanan dengan prekursor, pencampuran dan proses pengadukan selama fermentasi. Jenis mikroorganisme yang berkembang pada saat fermentasi sangatlah banyak tetapi yang berperan adalah ragi, bakteri asam laktat, bakteri asam asetat. Fermentasi ada tiga, yaitu:

1. Fermentasi Alkohol

Fermentasi alkohol merupakan suatu reaksi perubahan glukosa menjadi etanol (etil alkohol) dan karbon dioksida. Organisme yang berperan yaitu *Saccharomyces cerevisiae* (ragi) untuk pembuatan tape, roti atau minuman keras.

Reaksi kimianya:

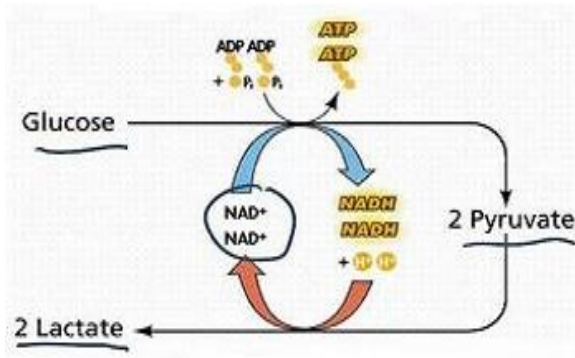


Gambar 3.1 Mekanisme Reaksi konversi Gula menjadi enatol

2. Fermentasi asam laktat

Fermentasi alkohol merupakan suatu reaksi perubahan Glukosa dipecah menjadi 2 molekul asam piruvat melalui glikolisis, membentuk 2 ATP dan 2 NADH.

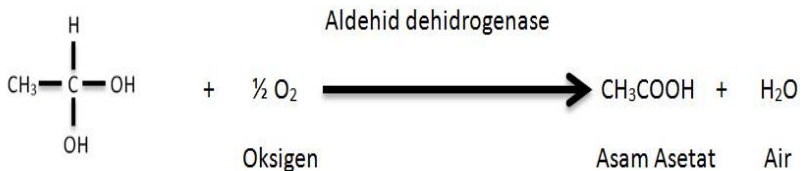
Reaksi kimianya:



Gambar 3. 2 Mekanisme reaksi konversi gula menjadi asam laktat

3. Fermentasi asam cuka

Fermentasi asam cuka Merupakan suatu contoh fermentasi yang berlangsung dalam keadaan aerob. fermentasi ini dilakukan oleh bakteri asam cuka (acetobacter aceti) dengan substrat etanol. Energi yang dihasilkan 5 kali lebih besar dari energi yang dihasilkan oleh fermentasi alkohol secara anaerob.



Asetaldehid terhidrasi

Gambar 3.3 Mekanisme Reaksi Konversi etanol menjadi asam asetat

C. Peran Fermentasi Pada Cita Rasa Kakao

Rasa asli biji kakao sebenarnya pahit akibat kandungan alkaloid, tetapi setelah melalui proses pengolahan dapat dihasilkan produk cokelat yang disukai oleh siapapun. Biji kakao mengandung lemak 31%, karbohidrat 14% dan protein 9%. Kualitas cokelat salah satunya dinilai dari persentase kandungan cokelat padat yang tinggi dan kandungan gula yang rendah. Pemerintah Amerika Serikat menetapkan minimal 35% kandungan cokelat pasta untuk dark chocolate sedangkan standar di Eropa menetapkan minimal 43% (Atkinson, 2010)

Cokelat pekat yang berkualitas tinggi memiliki kandungan gula yang sangat rendah dibandingkan jenis cokelat lainnya dan oleh sebab itu rasanya lebih pahit. Dark chocolate yang beredar di pasar internasional umumnya mengandung kakao massa sekitar 45-80% pasta kakao. Sedangkan untuk standar kualitas medium mengandung kakao massa 55% pasta kakao dengan kandungan gula yang tinggi (Beckett, 2009).

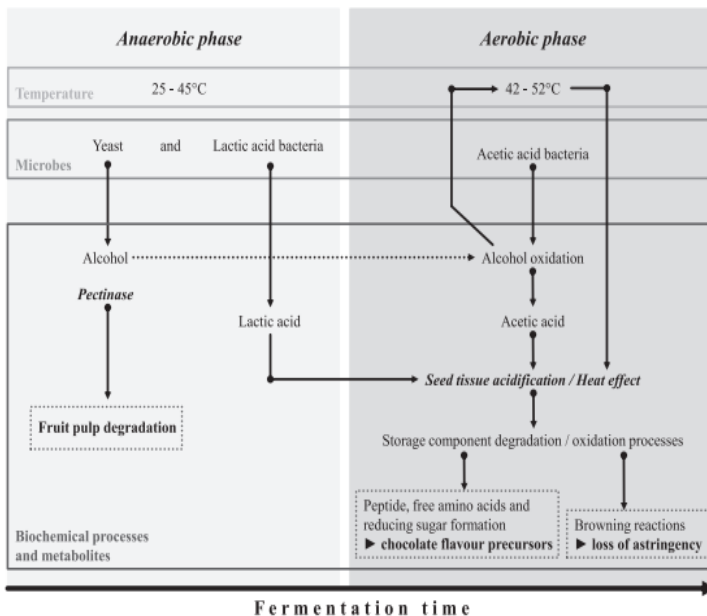
Fermentasi merupakan inti dari proses pengolahan biji kakao. Proses ini tidak hanya bertujuan untuk membebaskan biji kakao dari pulp(daging buah) dan mematikan biji saja, namun tujuan dari proses fermentasi ini terutama untuk memperbaiki dan membentuk cita rasa dan aroma cokelat yang enak dan menyenangkan serta mengurangi rasa sepat dan pahit.

Hasil penelitian Ramlah dan Medan (2017) dapat disimpulkan bahwa formulasi dan asal biji kakao fermentasi mempengaruhi mutu dan citarasa *dark chocolate* yang dihasilkan

terutama dari segi titik leleh, kadar asam amino, asam lemak, kadar polifenol dan nilai citarasa. *Dark chocolate* yang dihasilkan dari kakao asal Sulawesi tengah baik kualitas sedang maupun kualitas tinggi memiliki kandungan polifenol tertinggi dibanding *dark chocolate* dari Sulawesi Selatan dan Sulawesi Barat.

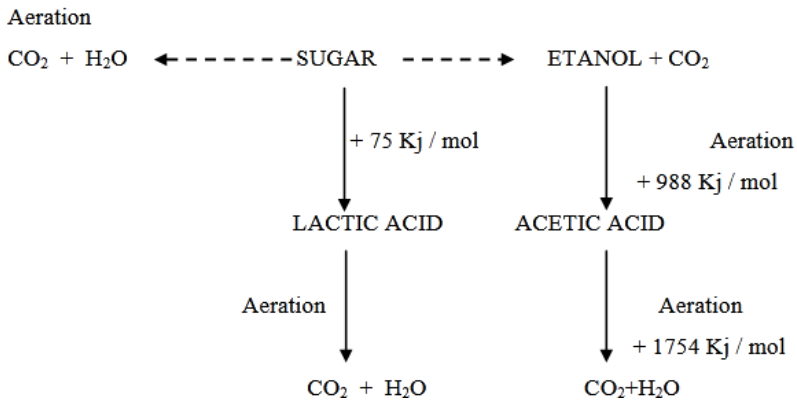
D. Mekanisme Reaksi Pada Fermentasi

Fermentasi kakao bermanfaat untuk menghancurkan lapisan pulpa dan kotiledon. Reaksi biokimia dalam biji akan otomatis berubah, sehingga rasa pahit dan sepat pada kakao akan berkurang. Terdapat dua fase pada proses fermentasi biji kakao yang dapat dilihat pada Gambar



Gambar 3.4 Proses Ferementasi Biji Kakao

Sumber : Kadow, 2015



Gambar 3.5 Proses Fermentasi pada Biji Kakao

Sumber : Mulyazmi dan Elmi (2008)

Fase pertama fermentasi dalam kondisi anaerob diawali dengan tumbuhnya mikroorganisme yaitu ragi. Ragi selanjutnya tumbuh di sekeliling pulpa biji kakao. Ragi bermanfaat untuk membuat suasana lingkungan menjadi asam, memperbanyak fermentasi karbohidrat, dan menurunkan kandungan oksigen. Metabolisme ragi pada saat fermentasi sangat cepat yang menyebabkan konsumsi gula sederhana sehingga dihasilkan etanol dan karbondioksida. Fermentasi alkohol diawal merupakan reaksi yang cukup eksotermis dengan energi 93.3 kJ dengan peningkatan suhu hingga mencapai 25-45°C. Pada hari ke dua, pulpa sudah mulai terurai akibat ragi pektinolitik. Contoh dari ragi yang diisolasi selama fermentasi kakao *Saccharomyces cerevisiae*, *Kluyveromyces marxianus*, *Saccharomyces exiguous*, *Candida castelli*, *Candida saitoana*, *Candida guilliermondii*, *Schizosaccharomyces pombe*, *Pichia farinose* and *Torulopsis spp.*

Selanjutnya, fase kondensasi oksidatif yang didominasi oleh terbentuk asam laktat oleh bakteri asam laktat. Jumlah bakteri asam laktan meningkat ketika jumlah pulp mulai berkurang akibat terkonversi menjadi alcohol dan konsentrasi ragi menurun. Metabolisme ragi mendukung pertumbuhan bakteri asam laktat *acidoduric*. Dari bakteri asam laktat yang diisolasi dari fermentasi kakao *Acetobacter lovaniensis*, *Acetobacter rancens*, *Acetobacter xylinum*, *Gluconobacter oxydans*, *Lactobacillus fermentum*, *Lactobacillus plantarum*, *Leuconostoc mesenteroides* dan *Lactococcus (Streptococcus) lactis* adalah spesies paling berlimpah dalam 24 jam pertama fermentasi Saat aktivitas mikroba meningkat, suhu massa kacang juga mulai meningkat hingga mencapai sekitar 45°C (113°F). Kondisi pada suhu ini lebih dari itu menguntungkan untuk mempromosikan pertumbuhan bakteri pembentuk asam asetat, menggantikan laktat pembentuk asam sebagai mikroflora dominan (Afoakwa, 2010)

Fase kedua berada dalam kondisi aerob dimana bakteri asam asetat aktif mengoksidasi alcohol menjadi asam asetat, sehingga menghentikan aktivitas bakteri asam laktat. Peningkatan aerasi, meningkatkan nilai pH (3,5-5,0) pulp kakao dan kenaikan suhu sekitar 45°C dalam massa kakao pada tahap akhir fermentasi dikaitkan dengan perkembangan bakteri pembentuk spora aerobik dari genus *Bacillus*. Banyak bakteri *Bacillus spp.* adalah “*thermotolerant*” dan tumbuh dengan baik pada suhu tinggi. *Bacillus stearothermophilus*, *Bacillus coagulans* dan *Bacillus circulans* diisolasi dari biji kakao yang

telah mengalami pengeringan dan pembakaran pada suhu 150 ° C (Afoakwa, 2010)

Empat hari fermentasi suhu tumpukan biji kakao mencapai 42-52°C. Terbentuknya asam asetat dan temperatur yang tinggi pada hari kedua akan mengakibatkan kematian biji sehingga dinding sel terbuka. Perubahan kimia yang kompleks terjadi di dalam biji, seperti aktivitas enzim, oksidasi dan pemecahan protein menjadi asam amino. Hasil degradasi merupakan peptide, asam amino bebas dan gula reduksi yang merupakan senyawa prekursor dari citarasa dan warna coklat. Reaksi kimia ini menyebabkan timbulnya aroma dan warna coklat ((ICCO, 1998; Jespersen, 2005; Kadow et al. 2015 dalam Tarigan dan Iflah, 2017).



Gambar 3.6 Biji Kakao yang Telah Difermentasi

Sumber : Kadow, 2015

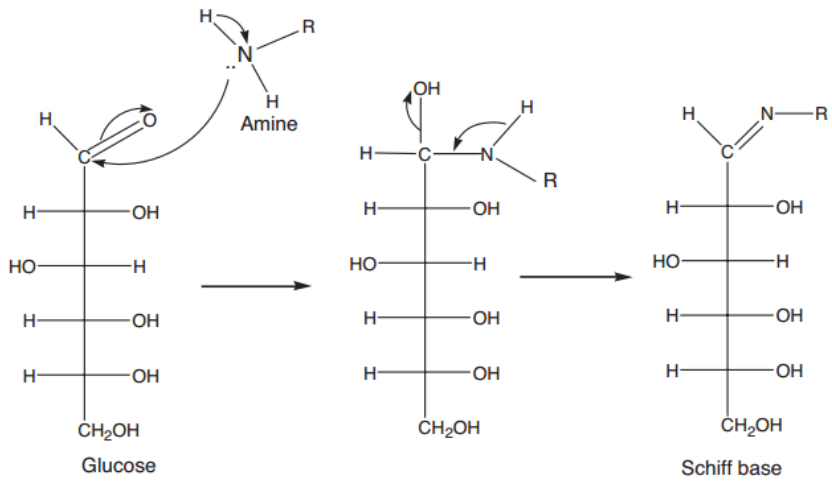
E. Pengaruh Penyangraian (*Effect of Roasting*)

Pemanggangan kakao merupakan langkah penting untuk lebih mengembangkan rasa coklat dari precursor yang terbentuk selama proses fermentasi dan pengeringan. Pemanggangan biji secara keseluruhan akan menghilangkan shell, yang kemudian segera dihilangkan pada proses winnowing. Sebelum pemanggangan, biji kakao memiliki rasa pahit, asam, sepat dan pedas. Proses pemanggangan lebih mengurangi keasaman-dan mengurangi konsentrasi volatile asam seperti asam asetat tetapi tidak menghilangkan senyawa asam non volatile seperti oksalik, sitrat, tartaric, sukcinik dan laktat. Suhu pemanggangan (roasting) bergantung pada lama pemanasan sekitar 5-120 menit dengan rentan suhu 120°C-150°C.

F. Mekanisme Reaksi Proses *Roasting*

Reaksi milliard merupakan proses utama pada pembentukan citarasa pada kakao, reaksi yang penting pada proses pemanggangan, dan pelibatan asam amino bebas dan gula pereduksi. Reaksi Maillard (Gambar 5.1) memerlukan pemanasan pada nilai pH di atas 3, dengan adanay air, gula pereduksi seperti glukosa, dan gugus amino, umumnya dari protein. Mekanisme reaksi lihat gambar.

Inisiasi Amina (RNH_2) akan membantu proses degradasi gula pereduksi menjadi kondensasi gula amina membentuk basa Schiff. Mekanisme reaksinya sebagai berikut (Afoakwa, 2010).

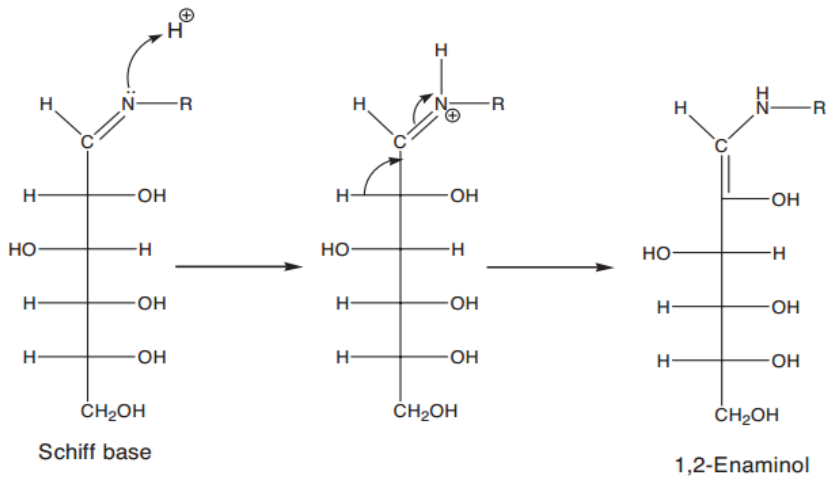


Gambar 3.7 Mekanisme reaksi kondensasi gula amina menjadi basa Schiff

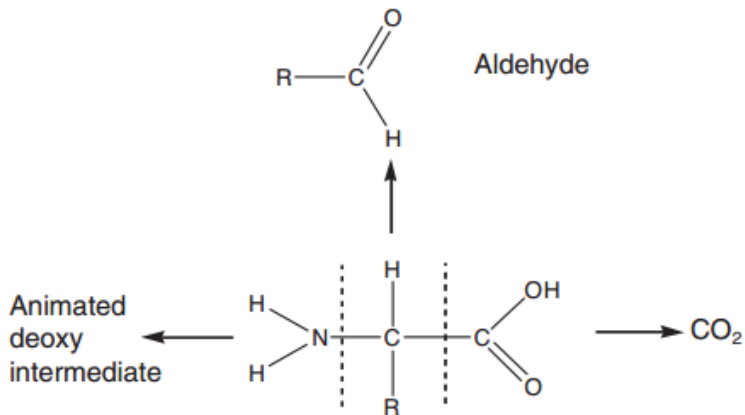
Sumber : Afoakwa, 2010

Kemudian terjadi tautomeri pada basa Schiff menjadi 1,2 – enaminal (Gambar 3.8). Gula pereduksi dan asam amino membentuk senyawa tambahan seperti glukosilamin atau fruktosilamin, melalui penataan ulang glukosilamin dalam hasil isomerisasi. Hal yang paling penting bahwa Ph reaksi mempengaruhi intermediet yang terbentuk: pada suasana asam terbentuk 3-deoksiheksulosa (3-D), pada kondisi basa atau netral pembentukan intermediate dehidroreduktan. Central pembentukan rasa ada pada senyawa intermediet yang telah kehilangan gugus amino. Amina tidak mempengaruhi flavor (citarasa) kakao tetapi sangat penting pada proses jalannya reaksi. Transformasi senyawa tidak dapat dideteksi melalui perubahan warna dan rasa yang memungkinkan terjadi reaksi reversible pada tahap ini. Akan tetapi produk yang terisomerisasi merupakan subtract kunci

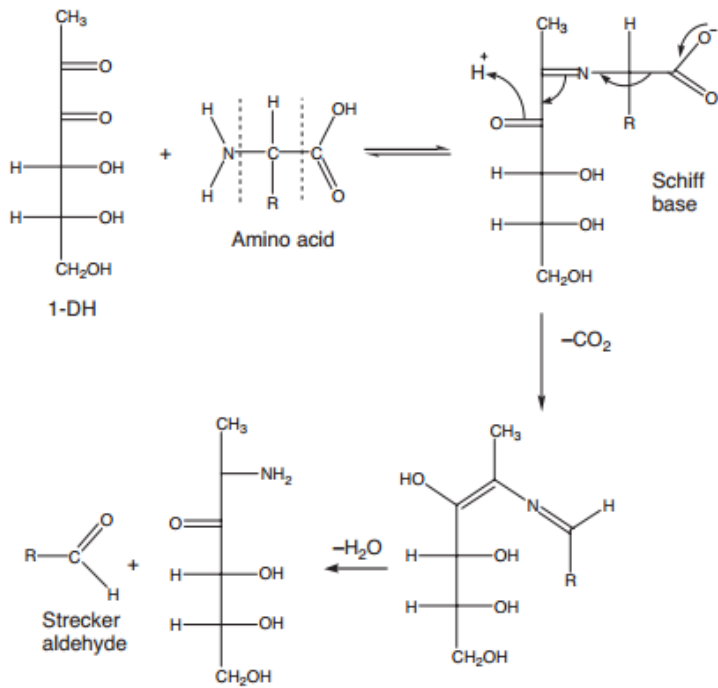
pada jalannya reaksi. Senyawa 3-deoxyhexuloses yang terhidrat, terfragmentasi dan bertransminasi akan ikut terlibat pada reaksi degradasi Strecker, bergantung pada temperature dan pH.



Gambar 3.8 Mekanisme pembentukan 1,2-enaminol dari basa Schiff

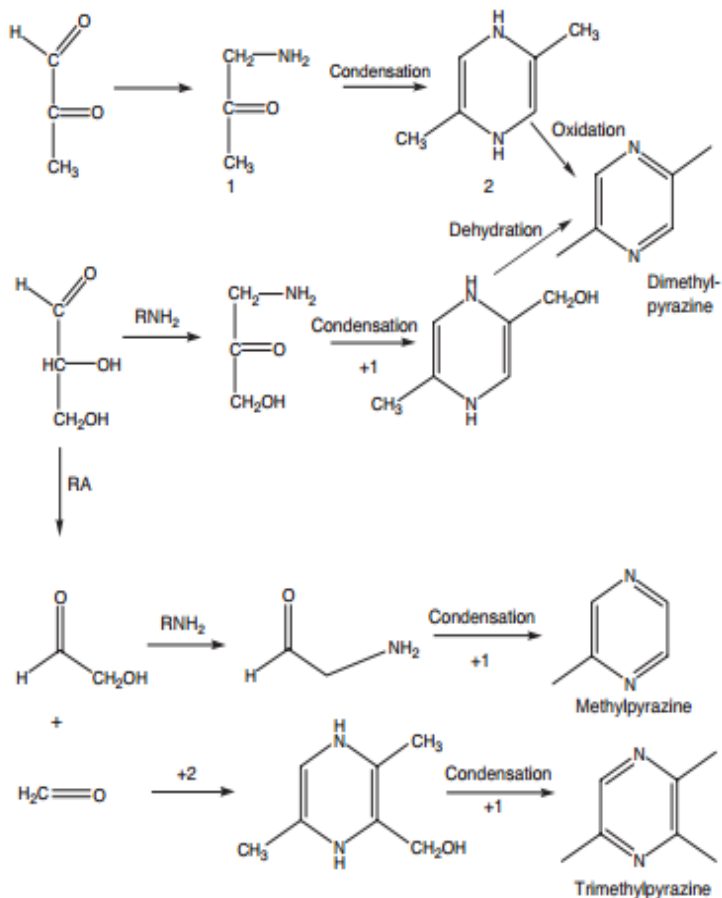


Gambar 3.9 Pembentukan asam amini-aldehid spesifik melalui reaksi degradasi Strecker



Gambar 3.10 Mekanisme reaksi degradasi Strecker

Sumber : Afoakwa, 2010



Gambar 3.11 Pembentukan Pirazin melalui reaksi intermediet deoksi dengan asam amino

Sumber : Afoakwa, 2010

G. Pengaruh Varietas Kakao Terhadap Citarasa

Perbedaan rasa pada kakao dapat berasal dari perbedaan varietas kakao, lokasi pertumbuhan dan kondisi pertanian. Setiap varietas biji memberikan karakter rasa yang unik. Namun kondisinya pertumbuhan seperti itu seperti iklim, jumlah dan waktu sinar matahari dan curah hujan, kondisi tanah, pematangan, waktu panen, dan waktu antara panen dan fermentasi biji semua berkontribusi pada variasi dalam pembentukan rasa akhir. Tabel merangkum bagaimana perbedaan asal genetik, kakao variasi dan durasi fermentasi mempengaruhi profil rasa tetapi kondisi yang berbeda mungkin menyebabkan perbedaan signifikan dalam rasa dari satu varietas kakao.

Tabel 3.1 Asal, varietas kakao dan durasi fermentasi mempengaruhi karakter rasa

Asal	Jenis kakao	Durasi (hari)	Karakter rasa khas
Ekuador	Arriba	Short 2	Aromatic, floral, spicy, green
Ekuador	Criollo	2	Acidic, harsh, low cocoa
Srilangka	Trinitario	1.5	Floral, fruity, acidic
Venezuela	Trinitario	2	Low cocoa, acidic
Venezuela	Criollo	2	Fruity, nutty
Zanzibar	Criollo	Med 6	Floral, fruity
Ghana	Forastero	5	Strong basic cocoa, fruity notes
Malaysia	Forastero	6	Acidic, phenolic
Trinidad	Trinitario	Long 7-8	Winy, raisin, molasses
Grenada	Trinitario	8-10	Acidic, fruity, molasses
Kongo	Criollo	7-10	Acidic, strong cocoa
Papua Nugini	Trinitario	7-8	Fruity, acidic

Sumber : Afoakwa, 2010

Pertanyaan

1. Jelaskan perbedaan fermentasi alkohol, asam asetat dan asam laktat!
2. Jelaskan pengaruh fermentasi terhadap citarasa kakao!
3. Tuliskan reaksi penting yang terjadi pada proses penyangraian!

BAB IV

MUTU KAKAO

A. Mutu Kimia dan Fisik Fermentasi

Tarigan (2017) menyebutkan Waktu yang dibutuhkan untuk berlangsungnya fermentasi berkaitan dengan pH dan temperatur selama fermentasi. Perbedaan komponen kimia biji kakao, pasta dan bubuk fermentasi dan non fermentasi ditampilkan dengan Tabel 4.1 Biji kakao, pasta dan bubuk kakao yang telah mengalami fermentasi memiliki kandungan lemak kakao yang lebih tinggi daripada kakao non fermentasi. Kandungan lemak paling tinggi diperoleh setelah biji kakao dikempa menjadi pasta.

Kandungan lemak dari biji kakao hasil fermentasi lebih tinggi dipengaruhi oleh proses fermentasi yang dapat menurunkan kadar bahan lainnya selain kadar lemak, sehingga berat lemak secara relatif akan meningkat. Kandungan protein pada pasta kakao selama fermentasi juga berkurang sebanyak 8%. Tidak

hanya pada pasta kakao, penurunan protein selama fermentasi juga terjadi dalam bentuk biji kakao. Penurunan kandungan protein disebabkan oleh terjadinya reaksi Maillard, yang merupakan reaksi antara asam amino (protein) dengan gula pereduksi.

Begitu juga dengan pH, pH bubuk kakao fermentasi lebih rendah dibandingkan dengan bubuk kakao non fermentasi. Hal ini disebabkan selama fermentasi diproduksi asam seperti asam sitrat. Kondisi asam ini sangat baik untuk aktivitas protease endogenus untuk mengurai protein sehingga diperoleh prekursor coklat. pH internal biji kakao sebelum fermentasi sekitar 7 (Hensen 1998 dalam Tarigan, 2017).

Tabel 4.1 Mutu fisik kakao fermentasi dan non fermentasi

Parameter	Fermentasi	Non Fermentasi
Jumlah Biji Kakao Fermentasi/100g (butir)	120	118
Warna	Coklat kehitam-hitaman	Coklat Terang
Jamur (%)	Maks. 5	Maks. 5
Aroma	Khas Coklat	Tidak ada aroma khas coklat
Waste (%)	Maks. 2	Maks. 2
Kadar Biji Slaty (%)	Maks. 3-5	Tidak ada
Tekstur kakao dibelah	Berongga	Padat
Kadar air (%)	7	7.5
Harga Jual/kg (Rp.)	19.500	17.000

Sumber David, et al dalam Tarigan (2017)

Tabel 4.2 Mutu kimia biji dan produk primer kakao fermentasi dan non fermentasi

Parameter	Biji Kakao		Pasta Kakao		Bubuk Kakao	
	F	NF	F	NF	F	NF
Lemak (%)	51.28	42.43	57.87	52.77	37.87	27.95
Kadar Air (%)	---	---	1.57	1.35	4.38	7.94
Protein (%)	---	---	7.52	16.42	16.62	19.57
Karbohidrat (%)	---	---	29.82	26.06	36.62	40.27
pH	5.15	6.35	---	---	5.35	6.30
Abu (%)	---	---	3.22	3.40	4.60	4.23
Total Asam (%)	1.98	0.94	---	---	---	---
Kandungan gula reduksi (%)	0.84	0.55	---	---	---	---

Keterangan: F = Fermentasi; NF = Non-Fermentasi

Sumber: Towaha dalam Tarigan (2017)

B. Standar Mutu Biji Kakao

Adapun mutu biji kakao menurut SNI 01 – 2323 – 2000 adalah sebagai berikut:

1. Bentuk biji : Bulat, lonjong penuh, tebal 1 centimeter, panjang 1,5 centimeter dan lebar 1,5 centimeter Warna : Cokelat rata dan cerah, Bau : Khas cokelat, % ka (b/b) maksimal : 8 %, kadar lemak (b/b) min : 55%.
2. Bentuk biji : sedikit berlekuk-lekuk, warna : Cokelat rata dan cerah atau cokelat muda, Bau : Khas cokelat, % ka (b/b) maksimal : 8 %, kadar lemak (b/b) minimal 55%.
3. Bentuk biji : Keriput, warna : Cokelat rata dan cerah, Bau : Khas cokelat, % ka (b/b) maksimal : 8 %, kadar lemak (b/b) minimal 55%.

Sesuai dengan SNI biji kakao Nomor 2323:2008/ Amd 1:2010, biji kakao dikelompokkan ke dalam 5 (lima) kriteria ukuran yaitu :

1. Mutu AA : jumlah biji maksimum 85 per 100 gram.
2. Mutu A : jumlah biji 86 – 100 per 100 gram.
3. Mutu B : jumlah biji 101 – 110 per 100 gram.
4. Mutu C : jumlah biji 111 – 120 per 100 gram.
5. Mutu S : lebih besar dari 120 biji per 100 gram.

Standar Mutu Kakao Internasional

Food and Drugs Administration (FDA) dari USA memprakarsai menyusun standar mutu kakao internasional dengan mengadakan pertemuan antara produsen dan konsumen beberapa kali pada tahun 1969 di Paris. Pertemuan tersebut menyepakati ditetapkannya Standar Kakao Internasional. Standar ini sedikit banyaknya telah diadopsi oleh hampir semua negara penghasil kakao di dunia tertutama yang mengekspor biji kakao ke Amerika. Secara umum persyaratan yang tercantum dalam standar mutu kakao Indonesia sudah sesuai dengan yang ditentukan dalam Standar Mutu Kakao International. Beberapa batasan umum yang menggolongkan biji kakao yang layak untuk diperdagangkan di pasaran internasional (*Cocoa merchantable quality*) adalah sebagai berikut,

- a. Biji kakao harus difermentasi, kering (kadar air 7 %) , bebas dari biji *smoky*, bebas dari bau yang tidak normal dan bau asing dan bebas dari bukti-bukti pemalsuan.
- b. Biji kakao harus bebas dari serangga hidup

- c. Biji kakao dalam satu parti (kemasan) harus mempunyai ukuran seragam, bebas dari biji pecah, pecahan biji dan pecahan kulit, dan bebas dari benda-benda asing.

C. Persyaratan Umum dan Khusus Biji Kakao

Secara umum syarat umum biji kakao yang tertera di dalam SNI ditentukan atas dasar ukuran biji, tingkat kekeringan dan tingkat kontaminasi benda asing.

Tabel 4.3 Persyaratan Khusus Mutu Biji Kakao

No	Jenis Uji	Satuan	Persyaratan
1	Serangga hidup	-	Tidak ada
2	Serangga mati	-	Tidak ada
3	Kadar air (b/b)	%	Maks 7.5
4	Biji berbau asap atau berbau asing	-	Tidak ada
5	Kadar biji pecah	%	Maks 2
6	Kadar benda asing	%	Tidak ada

Sumber : Permentan, 2012

Untuk mendapatkan mutu biji kakao yang memenuhi standar, seragam dan konsisten, setiap tahapan proses harus diawasi secara reguler dan berkelanjutan agar pada saat terjadi penyimpangan, suatu tindakan koreksi yang tepat sasaran dapat segera dilakukan. Pengawasan proses dan kontrol mutu biji kakao harus dilakukan secara terencana dan teratur. Penanganan pascapanen kakao yang baik dan benar akan menghasilkan biji yang memiliki mutu tinggi. Tetapi selain karena faktor penanganan pascapanen, penanganan

kakao pada tahap budidaya (*on-farm*) juga ikut menentukan mutu biji kakao yang dihasilkan. Beberapa hal yang ikut menentukan hasil diantaranya yaitu jenis benih/klon yang ditanam, proses perawatan termasuk didalamnya pemupukan dan pengendalian hama atau penyakit.

Penanganan proses budidaya yang baik dan benar akan menghasilkan biji (sebagai bahan mentah olahan) yang bermutu tinggi, dan begitupun sebaliknya penanganan proses budidaya yang asal-asalan akan menghasilkan biji (sebagai bahan mentah olahan) yang bermutu rendah, sebagai contoh bobot biji tidak seragam, infestasi hama atau penyakit dalam biji sehingga ketika masuk sortasi maka banyak biji yang tidak sesuai standar mutu akan tersortasi dan tidak bisa dikelompokkan dalam kualitas premium walaupun penanganan pascapanennya telah sesuai dengan acuan atau pedoman yang ada.

Tabel 4.4 Persyaratan Khusus Mutu Biji Kakao

Jenis mutu		Persyaratan				
Kakao mulia	Kakao lindak	Kadar biji berjamur	Kadar biji slaty	Kadar biji berserangga	Kadar kotoran	Kadar biji berkecambah
I-F (AA - SS)	I-B (AA - SS)	Maks 2	Maks 3	Maks 1	Maks 1.5	Maks 2
II-F (AA - SS)	II-B (AA - SS)	Maks 4	Maks 8	Maks 2	Maks 2	Maks 3
III-F (AA - SS)	III-B (AA - SS)	Maks 4	Maks 20	Maks 2	Maks 3	Maks 3

Sumber : Permentan, 2012

Pertanyaan

1. Berilah kesimpulan terhadap perbedaan mutu antara kakao fermentasi dan non fermentasi!
2. Jelaskan langkah yang dapat ditempuh dalam meningkatkan mutu kakao!

BAB V

SENYAWA KIMIA KAKAO

A. Kandungan Kimia Pada Pulpa

Pulpa merupakan lapisan tebal endosperm yang terdiri dari sel-sel turbuler dengan ruang antar sel yang besar. Pada buah yang mentah lapisan ini membengkak, akan tetapi pada buah yang masak lapisan ini menjadi lunak dan berlendir. Pulpa sebagian besar terdiri dari air dan sebagian kecil berupa senyawa nutrisi yang terlarut, diantaranya gula dengan kandungan cukup tinggi, asam-asam karboksilat, protein, vitamin dan mineral seperti yang tertera pada

Tabel 5.1 Karakteristik dan kandungan nutrisi cairan pulpa kakao

Parameter	Nilai
Ph	3,75
Berat jenis	1,067
Glukosa	214,24
Fruktosa	10,60
Sukrosa	107,60
Serat	11,80
Pectin	5,00
Lemak	3,54
Total protein	7,20
Asam sitrat	9,14
Asam maltat	3,60
Asam asetat	2,28
Asam oksalat	1,27
Asam laktat	1,23
Asam malat	3,60
Vitamin C	18,30
Vitamin A	34,15
Vitamin B1	19,2

Sumber : Gyedu dan Oppong (2003); Anvoh et al. (2009); Solieri dan Giudicci (2009) dalam Towaha, 2013.

Asam organik terutama asam sitrat juga merupakan senyawa penting yang terkandung dalam pulpa. Pada Tabel 5.1 terlihat bahwa asam sitrat merupakan asam organik terbanyak yang terkandung dalam pulpa yaitu 9,14 mg/l. Keberadaan asam sitrat ini telah berperan sebagai perisa (pemberi citarasa) tersendiri bagi pulpa, sehingga tanpa diberi perisa lain pun produk minuman jus pulpa kakao sudah terasa enak.

B. Komposisi Biji Kakao Non-Fermentasi

Reineccius et al. (1972) dalam Afoakwa (2010) melaporkan bahwa biji kakao segar tanpa fermentasi mengandung 15,8 mg/g sukrosa dan lacak jumlah fruktosa, sorbosa, manitol, dan inositol. Berbert (1979) dalam Afoakwa (2010) menyarankan bahwa kandungan sukrosa pada 24,8 mg/g biji tanpa fermentasi membentuk sekitar 90% dari total gula (27,1 mg /g). Gula pereduksi, fruktosa dan glukosa terbentuk sekitar 6% (0,9 dan 0,7 mg /g, masing-masing) dan lainnya (termasuk manitol dan inositol) kurang dari 0,50 mg / g.

Tabel 5.2 Komposisi biji kakao non-fermentasi

Konstituen	Biji kering (%)	Bahan bebas lemak (%)
Kotiledon	89.6	-
Fat	53.05	-
Water	3.65	-
Abu (total)	2.63	6.07
Nitrogen (total)	5.51	12.87
Glukosa	0.30	0.69
Sukrosa	1.58	3.86
Pectin	2.25	5.20
Serat	2.09	4.83
Pentosan	1.27	2.93
Polyphenol	7.54	17.43
Asam asetat	0.014	0.032
Asam oksalik	0.29	0.67

C. Senyawa Volatil Pada Kakao Fermentasi

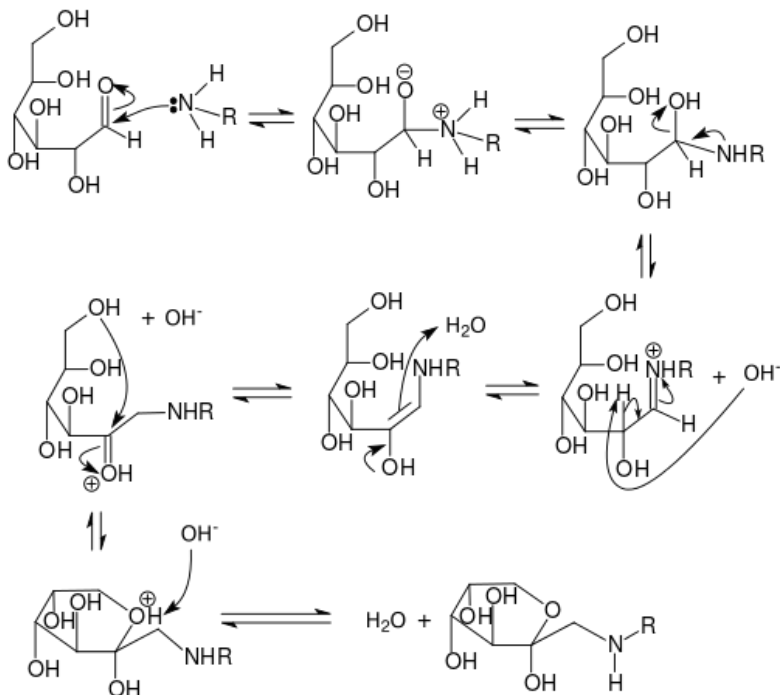
Senyawa volatil merupakan senyawa yang mudah menguap menjadi gas bila terjadi peningkatan suhu (umumnya 100°). Jika senyawa-senyawa volatil ini menguap, aroma dan citarasa komponen akan mengalami penurunan mutu. Berat molekul senyawa volatil dapat diukur berdasarkan pengukuran massa jenis gas yang menguap. Hal ini perlu dilakukan agar dalam tiap proses yang membutuhkan panas dapat diantisipasi jumlah senyawa volatil yang menguap, sehingga aroma dan cita rasa komponen dapat dipertahankan.

Senyawa volatil yang menyebabkan aroma pada coklat terjadi karena reaksi Maillard dan degradasi. Reaksi Maillard adalah reaksi pencoklatan non enzimatis yang terjadi karena adanya reaksi antara gula pereduksi dengan gugus amin bebas dari asam amino atau

protein (gambar 5.1). Polimer akhir yang dihasilkan telah diketahui sifat-sifat fisik dan kimianya, antara lain: berwarna coklat, memiliki berat molekul besar, mengandung cincin furan dan polimer nitrogen (karbonil, karboksil amina, amida, pirol, indol, azometih, ester, anhidrida, eter, metil dan atau grup hidroksil).

Reaksi ini banyak terjadi pada produk pangan yang biasa dikonsumsi sehari-hari. Reaksi Maillard dalam makanan dapat berfungsi untuk menghasilkan flavor dan aroma, dapat menyebabkan kehilangan ketersediaan asam amino, kehilangan nilai gizi, pembentukan-pembentukan komponen toksik dan komponen mutagenik.

Komponen flavor coklat sekitar 600 senyawa volatil dengan susunan sangat kompleks. Secara garis besar, komponen volatil tersebut merupakan golongan aldehid, keton, ester, alkohol, asam, pirazin, quinoxalines, furans, pyrones, lakton, pirol, dan diketopirazin. Perbedaan jenis kakao bisa menghasilkan perbedaan komponen flavor. Komponen volatil dan aroma biji kakao fermentasi (Lampiran 1).



Gambar 5.1 Mekanisme reaksi Millard

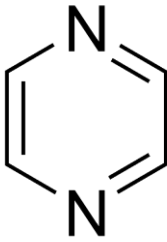
Sumber: wikipedia

D. Senyawa Kimia Pada Citarasa Coklat

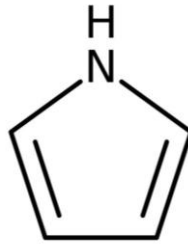
Kompleksitas citarasa coklat terdiri dari ratusan komponen yang sangat spesifik dan tidak bisa digantikan oleh sumber lain. Rasa khas coklat tidak lain adalah suatu kombinasi yang seimbang dari rasa dasar pahit, asam, dan manis yang tersusun dari komponen-komponen unik dalam coklat (Misnawi dan Jinap, 2008 dalam Ramlah, 2016).

Saat ini sudah ditemukan sekitar 200 macam senyawa komponen aroma kakao (Minifie, 1999). Diantaranya terdapat 30 macam senyawa *pyrazine*, 10 *pyrole* dan 15 *fulan* (Reneccius *et al.*, 1972). Flavor kakao terbentuk dari 2 kelompok besar berdasarkan komponen penyusunnya, yaitu yang mudah menguap dan yang tidak mudah menguap. Kelompok yang mudah menguap terdiri atas 400 senyawa kimia sedangkan kelompok yang tidak mudah menguap termasuk diantaranya *theobromin* dan *kafein* sebagai penyebab rasa pahit dan *tannin* sebagai penyebab rasa sepat.

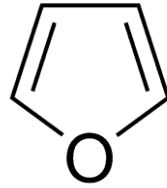
Biehl, (1984) menyatakan bahwa meskipun lebih dari 50 tahun penelitian dibidang fermentasi kakao, tetapi masih sedikit ditetapkan senyawa yang paling khas pada flavor. Diantara prekursor flavor kakao yang paling sering mendapat perhatian para peneliti adalah asam amino dan gula reduksi. Reaksi-reaksi pembentukan flavor kakao dari asam amino dan gula reduksi terjadi selama penyangraiaan dan salah satu senyawa yang dihasilkan adalah *pyrazin* (Reymon, 1978).



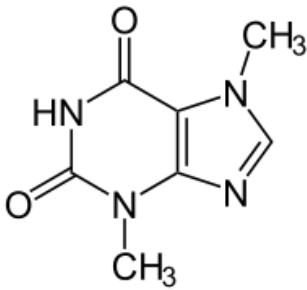
Pirazina



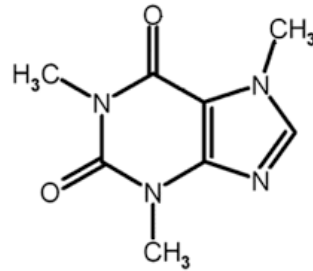
Pyrole



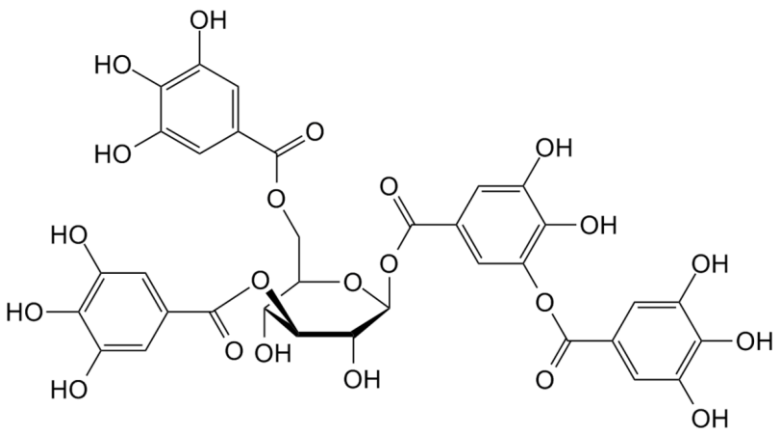
Furan



Theobromin



Kafein



Tannin

Gambar 5.2 Struktur kimia senyawa aroma komponen kakao

E. Polifenol dan Kualitas Rasa Coklat

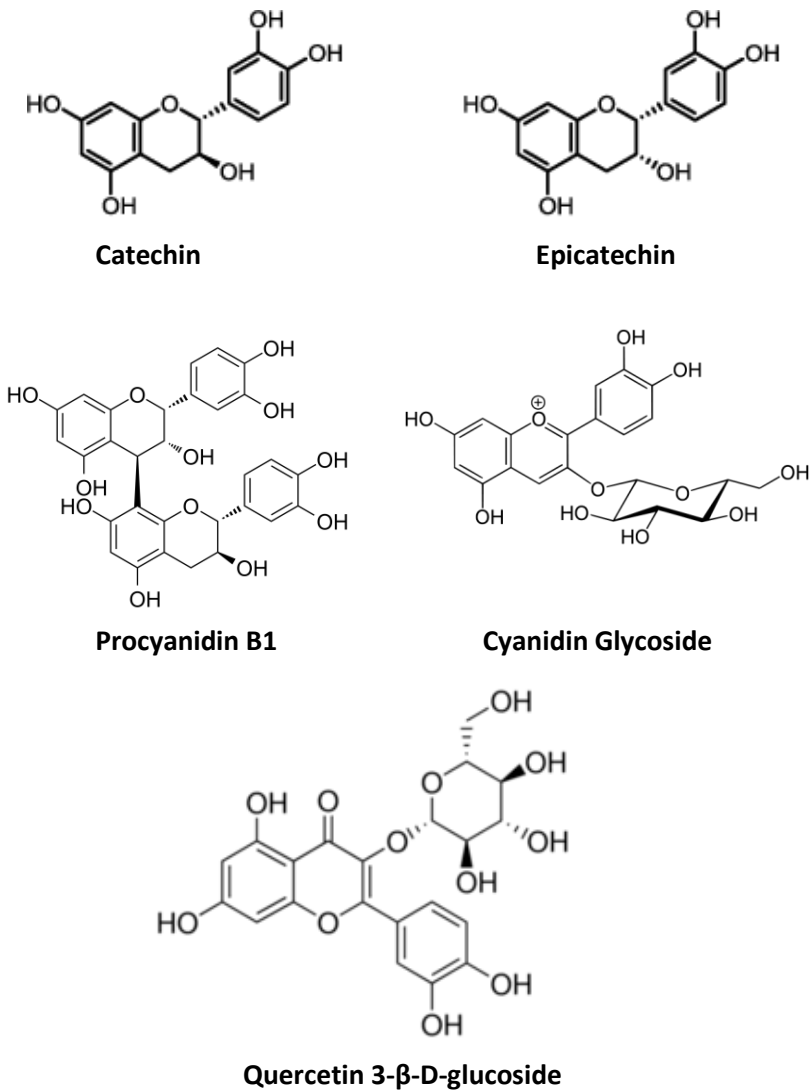
Kakao kaya akan polifenol, khususnya katesin (Flavan-3-ols) dan prosianidin yang tersimpan sel pigmen kotiledon dan daun kakao. Pigmentasi polifenol bergantung pada kandungan antosianin pada cell penyimpanan dari rentang putih sampai ungu gelap. Polifenol dan alkaloid, berkisar 14-20% dari berat biji merupakan sentral dari citarasa kakao. Tiga kelompok polifenol diantaranya: katesin (37%), antosianin (4%), dan proantocianidin (58%). Kelompok katesin yang dijumpai adalah (-)epikatesin sampai 35% dari total polifenol, gallokatesin dan epigallokatesin.

Fraksi antosianin di dominasi oleh sianidin-3- α -L-arabinosida dan sianidin-3- β -D-galaktosida. Semakin tinggi konsentrasi polifenol menyebabkan rasa coklat yang kuat. Reaksi polifenol dengan asam amino dan gula memberikan kontribusi terhadap cita rasa dan warna pada biji kakao dan alkaloid akan memberikan rasa pahit pada kakao.

F. Antioksidan pada Kakao

Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menghambat, menunda, atau mencegah reaksi oksidasi baik pada sistem biologis maupun sistem pangan. Reaksi oksidasi disebabkan oleh adanya radikal bebas yang memicu terjadinya reaksi berantai oksidatif. Radikal bebas adalah senyawa berupa atom atau molekul yang memiliki elektron tidak berpasangan pada orbital terluar sehingga bersifat reaktif untuk mencari pasangan.

Senyawa antioksidan utama pada kakao adalah golongan flavanol berupa monomer (epicatechin dan catechin) serta oligomer dari dimer sampai dekamer (procyanidin), dengan sejumlah kecil anthocyanin (cyanidin glycoside) dan flavonol (quercetin glycoside).



Gambar 5.3 Senyawa antioksidan pada kakao

Antioksidan pada biji kakao dapat mengalami perubahan melalui proses penyangraian. Penyangraian dengan suhu lebih dari 70°C menyebabkan kehilangan (+)-catechin tetapi dapat meningkatkan level (-)-catechin karena epimerisasi (-)-epicatechin. Suhu penyangraian di atas 100°C menyebabkan kehilangan flavanol 10%. Semakin tinggi suhu dan waktu penyangraian menyebabkan kehilangan polifenol yang lebih besar bahwa epicatechin turun ketika biji mengalami fermentasi dan penyangraian sampai suhu 120°C. Total fenolik dan aktivitas antioksidan biji kakao sangrai lebih rendah daripada biji kakao tanpa sangria (Ratry, 2018).

Pertanyaan

1. Apa yang dimaksud dengan reaksi Millard!
2. Sebutkan kelompok senyawa yang yang mempengaruhi citarasa pada kakao!
3. Jelaskan pengaruh senyawa polifenol terhadap citarasa kakao!

BAB VI

COKELAT (CHOCOLATE)

A. Sejarah Cokelat

Penggunaan biji kakao diperkirakan sekitar tahun 1400 M ketika Aztecs dan Incas menggunakan biji kakao sebagai mata uang untuk perdagangan atau untuk menghasilkan apa yang disebut chocolatl, minuman yang dibuat oleh pemanggangan dan penggilingan nibs kakao, ditumbuk bersamaan dengan air, sering ditambahkan dengan bahan lain seperti vanili, rempah-rempah atau madu. Pada tahun 1520-an, minuman itu diperkenalkan ke Spanyol meskipun Coe dan Coe (1996) menegaskan bahwa kedatangan Eropa di dunia baru, termasuk Christopher Columbus dan Herman Cortes, tidak terkesan dengan minuman Maya, manis dengan madu.

Namun demikian, Conquistador mengenal minuman cokelat di seluruh Eropa, dan menjadi mahal. Awalnya cokelat hanya disediakan untuk kelas sosial atas, dan pada dalam abad ketujuh belas bahwa

konsumsi coklat menyebar ke Eropa. Konsumsi coklat semakin meluas pada abad kedelapan belas, dimana Spanyol memonopoli produksi kakao segera menjadi tidak dapat dipertahankan dan perkebunan kakao mulai didirikan di Italia, Belanda dan Portugis (Farah, et al, 2018).

Cokelat merupakan makanan yang berasal dari kakao, dicampur dengan lemak (e.g lemak kakao) dan bubuk halus gula untuk menghasilkan permen yang padat. Cokelat dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

1. Cokelat susu (Milk Chocolate)
2. Cokelat pahit (Bitter Chocolate)
3. Cokelat Putih (White Chocolate)

B. Klasifikasi Cokelat

Produsen coklat pada umumnya memproduksi tiga macam coklat jadi, yaitu coklat pekat (dark chocolate), coklat susu (milk chocolate), dan coklat putih (white chocolate). Ketiga macam coklat ini dibedakan berdasarkan komposisinya yaitu dari kandungan coklat, gula, serta bahan tambahan lain.

1. Cokelat susu (Milk Chocolate)

Milk Chocolate adalah coklat padat yang dibuat dengan menambahkan susu, dalam bentuk susu bubuk, susu cair, atau susu kental manis. Pada 1875, confectioner Swiss Daniel Peter bekerjasama dengan tetangganya Henri Nestlé di Vevey, mengembangkan coklat padat pertama yang menggunakan susu kental manis. Bar bernama "Gala Peter ", menggabungkan Kata

Yunani untuk "susu" dan namanya. Sebuah perusahaan Jerman, Jordan & Timaeus di Dresden, Saxony telah menemukan coklat susu di 1839 dan sekarang telah tersedia dalam bentuk minuman (Shafi, 2018)

Salah satu produsen milk chocolate seperti George Cadbury Junior di UK dengan brand produknya Cadbury Chocolate dan Hersey Company di US dengan brand Hersey's Milk chocolate.



Gambar 6.1 Contoh produk dari *Milk chocolate*

Cokelat susu, diperhitungkan dalam kondisi tanpa kandungan air, mengandung tidak kurang dari 25% padatan kakao, tidak kurang dari 2,5% padatan kakao tanpa lemak, dan tidak kurang dari 12% padatan susu (BPOM, 2017). Cita rasa khas pada milk Chocolate dilaporkan berasal dari senyawa 1-octen-3-one and (E,E)-2,4-decadienal (Afoakwa, 2010).

2. Cokelat Pekat (*Dark Chocolate*)

Dark Chocolate juga dikenal sebagai "Plain Chocolate" atau "coklat hitam", adalah jenis coklat yang terbuat dari padatan kakao, lemak kakao dan gula, tanpa ada *milk chocolate*. *Dark Chocolate* dapat dimakan seperti, atau digunakan dalam memasak, sebagai

pengental, baking Bar, biasanya dijual dengan tinggi persentase kakao berkisar dari 70% menjadi 99% .



Gambar 6.2 Contoh Produk dari *Dark Chocolate*

Alpine Dark Chocolate merupakan jenis dark chocolate dengan komposisi *dark chocolate* sebanyak 72% sedangkan lindt dark chocolate mengandung 85% *dark chocolate* .

Cokelat hitam, diperhitungkan dalam kondisi tanpa kandungan air, mengandung tidak kurang dari 35% padatan kakao, tidak kurang dari 18% lemak kakao, dan tidak kurang dari 14% padatan kakao tanpa lemak (BPOM, 2017). Pemerintah Amerika Serikat menetapkan minimal 35% kandungan cokelat pasta untuk dark chocolate sedangkan standar di Eropa menetapkan minimal 43%.

3. Cokelat Putih (White Chocolate)

Cokelat putih merupakan diversifikasi produk dari biji kakao yang ramai diperdagangkan hingga saat ini. Cokelat putih biasa digunakan sebagai bahan pembuatan kue atau untuk diolah menjadi hiasan cokelat lainnya. Semakin berkembangnya industri makanan, maka pemanfaatan cokelat putih juga semakin berkembang terutama

untuk hiasan kue dan hiasan produk cokelat. Cokelat putih merupakan satu-satunya cokelat yang menggunakan bahan baku utama lemak kakao. Cokelat putih bukan hanya terdiri dari lemak tetapi juga mengandung karbohidrat dan protein, serta mineral-mineral seperti: zat besi, fosfor, kalium, krom, magnesium, mangan dan lain-lain (Ramlah dan Afrida, 2018).



Gambar 6.3 Contoh produk dari *White Chocolate*

Cokelat putih terbuat dari gula, susu dan lemak kakao tanpa ada penambahan padatan kakao. Cokelat putih terbuat dari *cocoa butter*, hasil ekstraksi biji cokelat (kakao) untuk membuat bubuk cokelat. *Cocoa butter* berwarna putih, bukan cokelat. Warna putih didapat karena pembuatannya tidak melalui proses pemanggangan sehingga biji kakao tidak hangus atau berubah warna menjadi hitam.

Cokelat putih menjadi sorotan disebabkan warnanya yang berbeda dari warna cokelat pada umumnya. Kritikan ini banyak berasal dari Amerika seperti yang diungkapkan Megan Giller, ahli cokelat sekaligus penulis buku *Bean to Bar: America's Craft Chocolate Revolution*. "Cokelat putih telah mendapatkan reputasi buruk selama bertahun-tahun. Meskipun secara hukum itu adalah cokelat, banyak orang tidak menganggapnya sebagai produk cokelat asli."

C. Proses Pembuatan Cokelat

Proses konvensional pada pembuatan cokelat mencakup tahap pencampuran (*mixing*), pengecilan ukuran (*refining*), dan pembentukan pasta cokelat (*conching*) (Afoakwa, 2010):

1. *Mixing*

Proses pencampuran (*mixing*) merupakan tahapan pertama dan proses dasar dalam pembuatan cokelat. Dalam proses ini dilakukan pencampuran kakao dengan bahan non kakao (gula, susu bubuk, vanilli, lesitin, dan lainnya) dengan menggunakan suatu wadah tetap atau wadah dengan sistem yang berkelanjutan. Pada industri cokelat skala kecil, proses pencampuran dapat dilakukan menggunakan mixer (Gambar 1) selama 12-15 menit pada suhu 40-50°C sehingga diperoleh pasta cokelat yang kental. Adapun untuk industri skala besar dapat digunakan mixer yang dilengkapi pengaduk otomatis (Afoakwa, 2010). Tujuan dari proses *mixing* yaitu agar didapatkan campuran partikel yang homogen antara bahan kakao dan bahan non kakao.

2. *Refining*

Proses pengecilan ukuran (*refining*) merupakan proses lanjutan setelah *mixing*, yaitu proses penghalusan cokelat. Proses ini bertujuan untuk memperkecil ukuran partikel bahan baku cokelat agar diperoleh tekstur cokelat yang halus yang memiliki ukuran partikel kurang dari 30 μm . Secara umum, proses pengecilan ukuran partikel pada pembuatan cokelat dilakukan dengan menggunakan dua atau lebih roll silinder untuk mendapatkan pasta halus dan seragam

3. Conching

Conching dianggap sebagai akhir atau operasi akhir dalam pembuatan cokelat massal, Apakah susu atau gelap. Ini adalah proses penting yang memberikan kontribusi untuk pengembangan viskositas, tekstur dan rasa akhir. Conching biasanya dilakukan dengan beragitasi cokelat di lebih dari 50°C selama beberapa jam (Beckett, 2000).

D. Produsen Cokelat Dunia

Cokelat merupakan salah satu makanan yang banyak digemari karena rasanya manis dan lezat. Olahan cokelat dapat kita temui pada beberapa produk seperti kitkat, silverqueen dairy milk dan beberapa produk lainnya yang banyak kita jumpai



Gambar 6.4 Beberapa merek coklat terkenal

Negara penghasil kakao belum tentu menjadi Negara penghasil cokelat. Produsen –produsen cokelat yang terkenal banyak berasal dari Negara-negara Eropa dan Amerika sedangkan Negara penghasil coklat terbesar diduduki oleh Pantai Gading, Ghana dan Indonesia. Beberapa Negara penghasil kakao diantaranya;

1. Amerika,

Selain menjadi Negara penghasil kakao dan juga sebagai penghasil coklat terkenal sebut saja merek coklat seperti Hershey, Snickers, Twix, Milky Way dan Dagoba.

2. Belgian

Meski bahan utama pembuatan coklat tidak dibudidatikan di negara ini, Belgia terkenal sangat terkenal dengan kenikmatan coklatnya dan salah satu penghasil coklat terbesar di dunia. Mereka mengimpor 6,8 persen cocoa dari negara berbeda. Merk paling terkenal dari coklat Belgia adalah Nirvana, Godiva, Neuhaus dan Floranne.

3. Swiss

Banyak coklat terkenal di dunia diproduksi di Swiss, yang memang mengutamakan kualitas dan rasa. Pembuatan coklat di Swiss dimulai di abad ke-17 dan saat ini konsumsi coklat per tahun mencapai 10,11 kg, merupakan konsumsi tertinggi di dunia. Toblerone, Swiss, Army, Cailler Nestle, Lindt dan Glando termasuk diantara coklat yang terkenal dari Swiss.

4. Meksiko

Jenis coklat dari Meksiko ini agak berbeda dibandingkan lainnya, mereka biasa menambahkan kayu manis atau cabai untuk menambah aroma. Coklat lokal ini umumnya dijual di pasar dalam bentuk disc, sehingga dengan mudah orang dapat mengenalinya sebagai khas Meksiko. Hingga kini, orang di Meksiko lebih menyukai coklat sebagai minuman untuk memulai hari mereka. Beberapa coklat yang

terkenal dari Meksiko adalah Ibarra, Ricollini, Carlos V dan Taza Chocolate Mexicano.

5. Spanyol

Di Spanyol, cokelat awalnya digunakan sebagai minuman hingga abad ke-20. Spanyol juga menjadi negara pertama yang menggunakan gula tebu untuk memperlmanis rasa pahit dari cokelat. Spanyol merupakan negara pertama di Eropa yang mengonsumsi cokelat, hingga akhirnya meluas ke negara lain seperti Prancis dan Italia. Gak hanya itu, negara Matador juga menjadi yang pertama mendirikan pabrik untuk produksi cokelat. Beberapa merk cokelat terkenal dari sini adalah Valor, Torras, Trufas dan Tirma.

Selain Negara tersebut masih terdapat beberapa Negara penghasil cokelat terkenal seperti Jerman (Ritter Sport, Sarroti, Alpia dan Kinder Schokolade), Prancis (Valrhona dan Rochart), Italia (Venchi, Perugina, dan Ferrero Rocher), dan Dermanrk (Snickers dan Bounty).

Pertanyaan

1. Apa itu cokelat (Chocolate)?
2. Jelaskan perbedaan white chocolate, milk chocolate, dan dark chocolate!
3. Tuliskan beberapa contoh produk dipasar yang dibuat dari bahan baku cokelat!

BAB VII

ASAP CAIR LIMBAH KAKAO

A. Asap Cair

Asap cair adalah hasil dari kondensasi asap (kondensat) hasil pembakaran secara langsung maupun tidak langsung dari bahan-bahan yang banyak mengandung lignin, selulosa, hemiselulosa serta senyawa karbon lainnya seperti kayu, tempurung kelapa, batok kemiri, sekam, dan sumber-sumber biomassa lainnya. Pembakaran material ini yang mengalami pirolisa. Proses pirolisa adalah pendekomposisian senyawa organik melalui pemanasan baik tanpa oksigen atau dengan sedikit oksigen. pada proses pirolisa terbentuk bermacam-macam senyawa seperti fenol, karbonil, asam, furan dan lain sebagainya.

Warna dari asap cair adalah kuning cemerlang, tetapi bergantung pada komponen utama yaitu selulosa, hemiselulosa dan lignin yang proporsinya bervariasi tergantung pada jenis bahan yang akan di pirolisis.

B. Manfaat Asap Cair

Asap cair memiliki aktivitas antibakteri sehingga digunakan sebagai pengawet pada makanan. Senyawa hasil pirolisa seperti fenol dan karbonil memiliki aktivitas untuk mencegah pertumbuhan dan pembentukan spora, bakteri dan jamur. Harini dan Wahid (2014) menyatakan bahwa Asap cair dari tongkol jagung, tempurung kelapa dan bamboo mempunyai kemampuan dalam menghambat bakteri patogen (*Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Bacillus subtilis* dan *Staphylococcus aureus*) pada berbagai periode penyimpanan ikan mujair (hari ke-1, -2, -3 dan -4). Sasongko, dkk (2014) menyatakan asap cair dari tempurung kelapa dengan konsentrasi minimal 1 % dapat digunakan sebagai alternatif proses pengolahan daging kelinci asap. Dengan metode tersebut dapat diperoleh daging kelinci yang aman secara mikrobiologi dan memiliki rasa yang dapat diterima oleh konsumen.

Asap cair dapat dijadikan sebagai obat sariawan. Surboyo, dkk (2019) melakukan Pemberian asap cair diteteskan pada sariawan, satu kali sehari selama 3, 5, dan 7 hari. Dan mengamati proses penyembuhan sariawan tersebut dengan mengamati perubahan ekspresi NFkB, TNF-a dan kolagen. NFkB dan TNF-a merupakan suatu marker inflamasi yang paling sering digunakan untuk menganalisis suatu proses penyembuhan luka. Hasil yang diperoleh bahwa hewan coba yang diberi asap cair menunjukkan ekspresi NFkB dan TNF-a yang lebih rendah dibandingkan dengan hewan coba yang diberikan benzydamine hcl baik selama 3, 5 maupun 7 hari.

Di bidang pertanian, asap cair digunakan untuk meningkatkan kualitas tanah dan menetralkan asam tanah, membunuh hama tanaman dan mengontrol pertumbuhan tanaman, mengusir serangga, mempercepat pertumbuhan pada akar, batang, umbi, daun, bunga, dan buah. Dengan demikian asap cair ini dapat menggantikan fungsi pestisida kimia yang sangat berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan (Basri, 2010).

C. Pembuatan Asap Cair dari Limbah Kakao

Asap cair dapat dibuat dari limbah kakao seperti daun kakao dan kulit kakao. Daun kakao dan kulit kakao kering dibakar dengan sedikit oksigen.



Gambar 7.1 Kulit kakao kering dari kabupaten Pinrang

Hasil analisis kimia dari daun kakao dan kulit kakao yang diperoleh dari kabupaten Bantaeng terlihat pada table 7.1 dan 7.2

Tabel 7.1 Hasil Analisis Kimia Daun Dan Kulit Buah Kakao

No	Jenis Sampel	Kadar Lignin (%)	Selulosa (%)	Hemi-Selulosa (%)
1.	Daun Kakao (Kab. Bantaeng)	48,21	61,98	25,44
2.	Kulit Buah Kakao (Kab. Bantaeng)	50,68	49,06	19,06

Table 7.2 Hasil Analisis Arang Daun Dan Kulit Buah Kakao

No	Jenis Sampel	Kadar Air (%)	Kadar Abu (%)	Zat Terbang (%)	Karbon Terikat (%)
1.	Arang Daun Kakao (Kab. Bantaeng)	2,26	38,58	16,18	45,24
2.	Arang Kulit Buah Kakao (Kab. Bantaeng)	1,37	22,84	19,83	57,33

Proses pemanasan pada pembuatan asap cair yang dilakukan dari daun kakao kering yang berasal dari kabupaten Pinrang pada suhu 115°C -515°C. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada gambar 7.2 dan table 7.1 dan 7.2

Tabel 7.3 Hasil destilasi kering pada kulit buah kakao

Parameter	Hasil
BeratSampel	650gr
Kadar Air	20,83%
HasilArang	207 gr
RendemenArang	31,84%
Rendemen Asap Cair	43,83 %

Rendemen asap cair yang diperoleh pada pembakaran 650 gram kulit kakao kering sebesar 43,83%. Pada pengaruh suhu dan lama pemanasan terhadap karakteristik asap cair yang dihasilkan (Tabel 7.3) menunjukkan bahwa bobot asap cair terbanyak diperoleh pada pemanasan suhu 215°C. Bobot asap cair menurun dengan semakin tinggi suhu pemanasan dan lama pemanasan. Penelitian yang dilakukan Mustafiah, dkk (2016) memperoleh rendemen tertinggi asap cair dari cangkang sawit pada suhu 400 °C. Sedangkan Akbar, dkk (2013) memperoleh rendemen tertinggi asap cair dari limbah kayu pelawan pada suhu 350 °C. perbedaan suhu pembakaran untuk

mendapatkan rendemen tertinggi dapat berbeda bergantung pada lama pembakaran dan jenis bahan baku yang digunakan.

Tabel 7.4 Pengaruh suhu dan lama pemanasan terhadap bobot dan rendemen asap cair

No.	Waktu (Jam)	Suhu(°C)	Asap Cair	
			Bobot (gr)	Persen (%)
1.	07.20 - 08.55	115	31	4,76
2.	08.55 - 10.00	215	107	16,46
3.	10.00 - 10.35	315	88	13,53
4.	10.35 - 11.03	415	35	5,39
5.	11.03 - 12.59	515	24	3,69

Asap Cair yang di hasilkan dari suhu pirolisis yang berbeda memiliki karakteristik yang berbeda-beda pula. Hasil asap cair yang diperoleh (Gambar 7.2) pada pemanasan suhu 115°C berwarna kuning bening, pada pemanasan suhu 215°C berwarna kuning disertai adanya endapan dipermukaan cairan. Perubahan warna pada asap cair mulai terjadi pada pemanasan 315°C hingga 515°C dengan terbentuknya endapan hitam yang banyak. Asap cair yang baik dapat ditentukan dengan mengukur beberapa parameter yang penting seperti pH, keasaman san kadar fenol.



Gambar 7. 2 . Asap Cair dari Daun Kakao

DAFTAR PUSTAKA

- Adeniyi. 2019. Diversity of Cacao Pathogens and Impact on Yield and Global Production.
doi:[Http://Dx.Doi.Org/10.5772/Intechopen.81993](http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.81993)
- Afoakwa, E.O. 2010. *Chocolate Science and Technology*. A John Wiley and Sons, Ltd Publication.
- Alfindia and Frances. 2017. *Lasiodiplodia Theobromae* causes Vascular Streak Dieback (VSD)-Like Symptoms of Cacao in Davao Region, Philippines. *Australasian Plant Dis. Notes* (2017) 12: 279
- Anonim. 2008. Fisiologi Tanaman Kakao. <http://chocopirates.blogspot.com/2008/03/3-fisiologi-tanaman-kakao.html>. Diakses pada tanggal 19 Maret 2020.
- Anonym. 2018. Syarat Tumbuh Tanaman Kakao. <https://www.kakao-indonesia.com/index.php/news-feeds/67-syarat-tumbuh-tanaman-kakao->. Di Akses Pada Tanggal 11 Maret 2020.
- Anonym. 2019. Hama Kutu Putih Buah Kakao. [Http://Cybex.Pertanian.Go.Id/Mobile/Artikel/69905/Hama-Kutu-Putih-Buah-Kakao/](http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/69905/hama-kutu-putih-buah-kakao/)
- Anshary. A. 2002. *Karakteristik Tanaman Kakao yang Resisten Terhadap Penggerek Buah Kakao (Conopomorpha cramerella Snellen)*. Disertasi. Program Pascasarjana Unhas. Makassar. 230 hal.

- Atkinson, Catherine, Mary B., Christine F., Mcfadden C.2010. *The Chocolate and Coffee Bible*. Hermes House. ISBN 978-1-84477-385-5.
- Balitri. Litbang. Pertanian. 2015. Penyakit Vascular Streak Dieback (Vsd) Pada Tanaman Kakao (*Theobroma Cacao L*) Dan Pengendaliannya.
[Http://Balitri.Litbang.Pertanian.Go.Id/Index.Php/Berita/Info-Teknologi/98-Penyakit-Vascular-Streak-Dieback-Oncobasidium-Theobromae-Talbot-A-Keane-Pada-TanamanKakao-Theobroma-Cacao-L-Dan-Pengendaliannya](http://Balitri.Litbang.Pertanian.Go.Id/Index.Php/Berita/Info-Teknologi/98-Penyakit-Vascular-Streak-Dieback-Oncobasidium-Theobromae-Talbot-A-Keane-Pada-TanamanKakao-Theobroma-Cacao-L-Dan-Pengendaliannya)
- Becket, S.T., 2009. *Industrial Chocolate Manufacture and Use 4th edition*, Wiley-Blackwell Ltd.
- Biehl, B., 1984. *Cocoa Fermentation and Problems of Acidity Over Fermentation and Low Cocoa Flavor*. Proceedings of the Internatinal Comference of Cocoa and C oconut, Kuala Lumpur.
- BSN. 2000. *SNI 01 – 2323 – 2000 Syarat Mutu Biji Kakao*.
- Cornelia, W. 2019. Identifikasi Gejala Serangan Hama dan Penyakit Utama Tanaman Kakao (*Theobroma Cacao L*) Serta Upaya Pengendaliannya. *J-Depace*, Vol 2 No.1.
- Hakkar, dkk. 2014. Pengendalian Penyakit Busuk Buah *Phytophthora* pada Kakao dengan Cendawan Endofit *Trichoderma Asperellum*. *Jurnal Fitopatologi Indonesia*. Volume 10, Nomor 5.

- Kakao Indonesia. 2018. Syarat Tumbuh Tanaman Kakao. <https://www.kakao-indonesia.com/index.php/news-feeds/67-syarat-tumbuh-tanaman-kakao->. Diakses pada tanggal 25 Maret 2020.
- Lestari . 2018. Intensitas Serangan Hama Penggerek Batang Kakao di Perkebunan Rakyat Cipadang, Gedongtataan, Pesawaran. *Jurnal Agro Industri Perkebunan*. [Http://Dx.Doi.Org/10.25181/Jaip.V6i1.746](http://Dx.Doi.Org/10.25181/Jaip.V6i1.746)
- Minifie, 1999. *Chocolate, Cocoa and Convectionery, Science and Technology*. AVI, Westport, Connecticut.
- Mulyazmi dan, Elmi. 2008. Mempelajari Pengaruh Jenis Material Fermentor dan Kondisi Fermentasi Terhadap Mutu Biji Kakao. *Jurnal Teknos-2k*, Vol.8, No. 1, Januari 2008.
- Nembot, dkk. 2017. *On The Use of Mathematical Modelling to Study The Impact of Phytosanitation on Cocoa Black Pod Disease Caused by Phytophthora Megakarya*. International Symposium On Cocoa Research (Iscri), Lima, Peru.
- Nur Rokhmah. 2018. Pengendalian Penggerek Batang Zeuzera Coffeae (Lepidoptera: Cossidae). [Http://Balittri.Litbang.Pertanian.Go.Id/Index.Php/Berita/Info-Teknologi/701-Pengendalian-Penggerek-Batang-Zeuzera-Coffeae-Lepidoptera-Cossidae](http://Balittri.Litbang.Pertanian.Go.Id/Index.Php/Berita/Info-Teknologi/701-Pengendalian-Penggerek-Batang-Zeuzera-Coffeae-Lepidoptera-Cossidae)

- Permentan. 2012. Pedoman Penanganan Pascapanen Kakao. [Http://Ditjenpp.Kemenumham.Go.Id/Arsip/Bn/2012/Bn908-2012lamp.Pdf](http://Ditjenpp.Kemenumham.Go.Id/Arsip/Bn/2012/Bn908-2012lamp.Pdf)
- Rahardjo, Pudji. 2011. *Menghasilkan Benih dan Bibit Kakao Unggul*. Jakarta: Penerbit Swadaya.
- Ramlah, S dan Afrida. 2018. Karakteristik dan Citarasa Cokelat Putih dari Lemak Kakao Non Deodorisasi dan Deodorisasi. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan* Vol. 13 No. 2 Desember 2018: 117-128.
- Ramlah, S dan Medan 2017. Pengaruh Formulasi dan Asal Biji Kakao Fermentasi Terhadap Mutu dan Citarasa *Dark Chocolate*. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan* Vol. 12 No. 1 Juni 2017: 58-75
- Ratri. 2018. Antioksidan Biji Kakao: Pengaruh Fermentasi dan Penyangraian Terhadap Perubahannya (Ulasan). *Jurnal Industri Hasil Perkebunan* Vol. 13 No. 2 Desember 2018: 75-85.
- Reineccius, G. A., Andersen, D. A., Kavanagh, T. E. & Keeney, P. G. (1972). Identification and quantification of the free sugars in cocoa beans. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*, 20, 199–202.
- Reymond. D. 1987. The Flavor Chemistry of Tea, Cocoa, and Coffee. In. R. Terranishi (ed): Agricultural and Food Chemistry. The AVI Publisher co. Inc. Westport Connecticut.

- Reynaldi. 2013. Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pertumbuhan dan Hasil Tanaman. <http://anakindonesia95.blogspot.com/2013/09/faktor-faktor-yang-mempengaruhi.html>. Diakses pada tanggal 25 Maret 2020.
- Shafi, F., Monica, Aiman and Iqra. 2018. Chocolate Processing. *International Journal of Advanced Biological Research*. Vol. 8. ISSN 2250-3579.
- Siregar, T., S Riyadi., dan L Nuraeni. 1989. *Budidaya, pengolahan, dan pemasaran Cokelat*. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Sriwati, R dan Rizky. 2012. Characteristic Symptoms of Phytophthora Palmivora on Cocoa Leaves. *Jurnal Natural* Vol. 12 No. 2
- Sulistiyowati, Atmawinata, O., Sri-Mulato dan Yusianto. 1998. Pemanfaatan Limbah Bubur Pulp Kakao Untuk pembuatan Nata Kakao. *Pelita Perkebunan*. Vol. 14 (1) : 63-75.
- Susanto. 1994. *Tanaman Kakao*. Yogyakarta: Penerbit Kannisius.
- Tarigan, E. dan Tajul. 2017. Beberapa Komponen Fisikokimia Kakao Fermentasi Dan Non Fermentasi. *Jurnal Agroindustri Halal* ISSN 2442-3548.
- Wahyudi, T., T.R Panggabean dan Pujiyanto. 2008. *Panduan Lengkap Kakao Manajemen Agribisnis dari Hulu hingga Hilir*. Jakarta: Penerbit Swadaya.
- Yogiswara. 2016. Identifikasi Jenis Penyakit pada Kakao dengan Pengolahan Citra Digital dan K-Nearest Neighbor. *E-Proceeding Of Engineering* : Vol.3, No.1 April 2016.

- Harini¹, Moch Wachid. 2014. Pengujian Efektivitas Asap Cair (Liquid Smoke) Sebagai Anti Bakteri pada Berbagai Konsentrasi Dan Lama Penyimpanan Pada Ikan Mujair. *Jurnal Gamma*, ISSN 0216-9037
- Sasongko, Wahyu Dan Herman. 2014. Aktivitas Antibakteri Asap Cair dari Limbah Tempurung Kelapa Terhadap Daging Kelinci Asap. *Buana Sains* Vol.14 No.2: 193-197
- Surboyo, M, Ira A., Retno P.R., Dieni M. Taufan B. 2019. Potential of Distilled Liquid Smoke Derived from Coconut (*Cocos nucifera* L) Shell for Traumatic Ulcer Healing in Diabetic Rats. *Eur J Dent* 2019; 13(02): 271-279 DOI: 10.1055/s-0039-1693527
- Basri. 2010. Manfaat Asap Cair untuk Tanaman. *Serambi Pertanian* Vol. IV. No. 5
- Mustafiah, Abdul, M., A. Aladin. 2016. Pengaruh Suhu Terhadap Produksi Asap Cair dari Blending Limbah Biomassa Cangkang Sawit dengan Batubara secara Pirolisis. *Journal of Chemical Process Engineering*. Vol. 1, No. 1
- Akbar, Rio Painsoman, Pamilia Coniwanti. 2013. Pengaruh Variabel Waktu dan Temperatur Terhadap Pembuatan Asap Cair dari Limbah Kayu Pelawan (*Cyanometra Cauliflora*). *Jurnal Teknik Kimia* No. 1, Vol. 19

LAMPIRAN

Komponen volatil dan aroma biji kakao fermentasi (Taringan dan Tajul, 2017)

Compound	Odor quality	Sensory perception	Reference
Alkohol dan fenol			
1-Propanol	Sweet, candy	Sweet chocolate	Rodriguez-Campos and others (2012)
2-Methyl-1-butanol	Fruity, grape	Fruity	Ramos and others (2014)
2,3-Butanediol	Natural odor of cocoa butter	Sweet chocolate	Ramos and others (2014)
2-Pentanol	Green, mild green	Vegetal	Rodriguez-Campos and others (2011)
1-Hexanol	Fruity, green	Fruity, herbal	Bonvechi (2005)
2-Hexanol	Fruity, green	Fruity, herbal	Bonvechi (2005)
<i>Trans</i> -3-hexen-1-ol	Grassy, green	Vegetal	Ramos and others (2014)
2-Heptanol	Citrusy	Fruity	Rodriguez-Campos and others (2012)
1-Phenylethanol	Honey, floral	Floral	Rodriguez-Campos and others (2012)
2-Phenylethanol	Honey, floral	Floral	Rodriguez-Campos and others (2012)
Benzyl alcohol	Sweet, floral	Floral	Rodriguez-Campos and others (2012)
Aldehydes and ketones			
2-Phenyl acetaldehyde	Honey, floral	Floral	Rodriguez-Campos and others (2011)
2-Methylpropanal	Chocolate	Sweet chocolate	Rodriguez-Campos and others (2011)
2-Phenylpropanal	Floral	Floral	Bonvechi (2005)
2-Methylbutanal	Chocolate	Sweet chocolate	Rodriguez-Campos and others (2012)
3-Methylbutanal	Chocolate	Sweet chocolate	Rodriguez-Campos and others (2012)

2-Phenyl-2-butenal <u>and others (2012)</u>	Sweet Sweet	chocolate ⁰⁵⁶	Rodrigue z- Campos
4-Methyl-2-phenyl-2-pentenal	Cocoa	Sweet chocolate	Bonvechi (2005)
n-Hexanal	Green	Herbal	Afoakwa (2012)
5-Methyl-2-phenyl-2-hexenal	Cocoa	Sweet chocolate	Bonvechi (2005)
2-Nonenal	Green	Herbal	Afoakwa (2012)
Vanillin	Chocolate, sweet, vanilla	Sweet chocolate	Bonvechi (2005)
2-Pentanone	Fruity	Fruity	Rodriguez-Campos and others (2011)
2-Heptanone	Fruity, floral		Rodriguez-Campos and others (2012)
Acetophenone	Floral	Floral	Rodriguez-Campos and others (2012)
2-Hydroxy acetophenone	Heavy floral, herbaceous	Floral, herbal	Bonvechi (2005)
4-Methyl acetophenone	Fruity, floral	Fruity, floral	Bonvechi (2005)
Acids			
2-Methylpropionic acid	Floral	Floral	Krings and others (2006)
3-Phenylpropionic acid	Sweet, rose	Floral	Bonvechi (2005)
Cinnamic acid	Honey, floral	Floral	Bonvechi (2005)

Esters

Ethyl acetate	Pineapple	Fruity	Rodriguez-Campos and others (2012)
Isobutyl acetate	Fruity	Fruity	Rodriguez-Campos and others (2012)
Isoamyl acetate	Fruity, banana	Fruity	Ramos and others (2014)
Benzyl acetate	Floral, jasmine	Floral	Rodriguez-Campos and others (2012)
Methylphenyl acetate	Sweet, honey, jasmine	Floral	Bonvechi (2005)
Ethylphenyl acetate	Fruity, sweet	Floral	Rodriguez-Campos and others (2012)
2-Phenylethyl acetate	Honey, floral	Floral	Rodriguez-Campos and others (2012)
Ethyl butyrate	Pineapple	Fruity	Ramos and others (2014)
Ethyl lactate	Fruity	Fruity	Rodriguez-Campos and others (2012)
Diethyl succinate	Pleasant aroma	Floral	Ramos and others (2014)
Ethyl methylbutanoate	2-Fruity	Fruity	Rodriguez-Campos and others (2012)
Ethyl methylbutanoate	³⁰⁵⁷ -Fruity	Fruity	Rodriguez-Campos and others (2012)
Ethyl valerate	Fruity, apple	Fruity	Bonvechi (2005)
Ethyl hexanoate	Fruity	Fruity	Rodriguez-Campos and others (2012)
Ethyl octanoate	floral	Fruity	Rodriguez-Campos and others (2012)
Ethyl decanoate	Pear, grape	Fruity, floral	Rodriguez-Campos and others (2012)
Ethyl laurate	Fruity, floral	floral	Rodriguez-Campos and others (2012)
Isoamyl benzoate	Balsam, sweet	Floral	Rodriguez-Campos and others (2012)
Methyl salicylate	Bitter-almond	Nutty	Bonvechi (2005)
Methyl cinnamate	Balsamic, strawberry	Fruity	Rodriguez-Campos and others (2012)
			Bonvechi (2005)
			Bonvechi (2005)
057049			
Ethyl cinnamate	Sweet, cinnamon-like	Sweet chocolate	Rodriguez-Campos and others (2012)

Amines, amides, nitriles,**purines**

Benzonitrile	Almond	Nutty	Bonvechi (2005)
N-(2-phenethyl) formamide	Essences	Floral	Bonvechi (2005)

Lactones

δ -Octenolactone	Coconut	Nutty	Afoakwa (2012)
γ -Decalactone	Peach	Fruity	Afoakwa (2012)

Terpenoids

Geraniol	Floral, rose, fruity	Floral, fruity	Bonvechi (2005)
Geranyl acetate	Rose, lavender	Floral	Bonvechi (2005)
α -Terpenyl formate	Herbaceous, citrus	Herbal, fruity	Bonvechi (2005)
Linalool (cis-pyranoid)	Floral, green	Floral, herbal	Bonvechi (2005)
Linalool (trans-pyranoid)	Floral	Floral	Bonvechi (2005)
Linalool oxide (cis-furanoid)	Nutty	Nutty	Bonvechi (2005)
Linalool oxide (trans-furanoid)	Floral, citrus	Fruity, floral	Bonvechi (2005)

Furans, furanones,**pyrans, pyrones**

2-Furfural	Almond	Nutty	Bonvechi (2005)
5-Methyl-2-furfural	Sweet, caramel	Sweet chocolate	Bonvechi (2005)
2-Furfuryl acetate	Fruity, banana	Fruity	Ramos and others (2014)
2-Acetylfuran	Sweet, slightly coffee	balsamic, Sweet chocolate	Bonvechi (2005)
2-Acetyl-5-methylfuran	Strong nutty	Nutty	Bonvechi (2005)
2-Furfuryl propionate	Spicy, floral	Floral	Bonvechi (2005)
5-(1-Hydroxyethyl)-2-furanone	Red fruit, green notes	jam, Fruity, herbal	Krings and others (2006)
Dihydro-3-hydroxy-4,4-dimethyl-2furanone	Coconut	Nutty	Krings and others (2006)
4-Hydroxy-2,5-dimethyl-3-furanone (furaneol)	Fruity, strawberry, sugar	hot Fruity, nutty	Bonvechi (2005)

3-Hydroxy-2-methyl-4-pyrone (maltol)	Roasted nuts	Nutty	Bonvechi (2005)
5,6-Dihydro-6-pentyl-2-pyrone	Coconut	Nutty	Krings and others (2006)
Pyrrroles	Nutty	Nutty	
	Chocolate, hazelnut	Sweet chocolate	
	Nutty	Nutty	
	Nutty, chocolate, cocoa, roastednuts	Sweet chocolate, nutty	Bonvechi (2005)
Pyrrrole			Rodriguez-Campos and others (2012)
2-Acetylpyrrole		Nutty	
Pyrrrole-2-carboxaldehyde	Peanut butter,	Sweet chocolate,	Krings and others (2006)
Pyrazines	musty nutty	-	
2-Methylpyrazine	Cocoa, nuts	rusted nutty, herbal	Bonvechi (2005)
2-Ethylpyrazine	Nutty,	coffee, Nutty, hernal	
2,5-Dimethylpyrazine	green	Nutty	Bonvechi (2005)
2,6-Dimethylpyrazine	Nutty, raw potato	Sweet	Bonvechi (2005)
2-Ethyl-5-methylpyrazine	Nutty, hazelnut,	chocolate	Bonvechi (2005)
2,3-Diethylpyrazine	cereal	Sweet	Bonvechi (2005)
2,3-Dimethylpyrazine	Caramel, cocoa	chocolate,	Bonvechi (2005)
2,3,5-Trimethylpyrazine	Cocoa, nuts, peanut	rusted nutty, Sweet chocolate	Bonvechi (2005)
2,3,5,6-Tetramethylpyrazine	Chocolate, cocoa,	chocolate	Bonvechi (2005)
2,3,5-Trimethyl-6-ethylpyrazine	coffee	Sweet chocolate	Rodriguez-Campos and others (2012)
	Candy, sweet		

GLOSARIUM

Aerasi tanah: kelancaran pergerakan atau pertukaran udara didalam tanah. Didalam tanah yang baik terdapat ruang-ruang (pori) yang seharusnya terisi oleh udara yang disebut sebagai pori makro. Aerasi tanah berkaitan secara langsung dengan porositas tanah, perkembangan akar dan kesuburan tanah

Alkaloid: adalah sebuah golongan senyawa basa bernitrogen yang kebanyakan heterosiklik dan terdapat di tetumbuhan (tetapi ini tidak mengecualikan senyawa yang berasal dari hewan).

Antioksidan: merupakan molekul yang mampu memperlambat atau mencegah proses oksidasi molekul lain. Oksidasi adalah reaksi kimia yang dapat menghasilkan radikal bebas, sehingga memicu reaksi berantai yang dapat merusak sel.

Asam amino: adalah sembarang senyawa organik yang memiliki gugus fungsional karboksil (-COOH) dan amina (biasanya -NH₂). Struktur asam amino secara umum adalah satu atom C yang mengikat empat gugus: gugus amina (NH₂), gugus karboksil (COOH), atom hidrogen (H), dan satu gugus sisa (R, dari *residue*) atau disebut juga gugus atau rantai samping yang membedakan satu asam amino dengan asam amino lainnya.

Asam organic: adalah senyawa organik yang mempunyai derajat keasaman (bahasa Inggris: acidic properties). Asam organik yang paling umum adalah asam alkanoat yang memiliki derajat keasaman dengan gugus karboksil -COOH, dan asam sulfonat

dengan gugus $-SO_2OH$ mempunyai derajat keasaman yang relatif lebih kuat.

Bahan organik: kumpulan beragam senyawa-senyawa organik kompleks yang sedang atau telah mengalami proses dekomposisi, baik berupa humus hasil humifikasi maupun senyawa anorganik hasil mineralisasi, termasuk mikroba heterotrofik dan ototrofik yang terlibat.

Bakteri asam asetat: sebuah genus bakteri penghasil asam asetat, ditandai dengan kemampuannya mengubah etanol (alkohol) menjadi asam asetat (asam cuka) dengan bantuan udara.

Bakteri asam laktat : kelompok bakteri gram-positif yang tidak membentuk spora dan dapat memfermentasikan karbohidrat untuk menghasilkan asam laktat. Contoh produk makanan yang dibuat menggunakan bantuan BAL adalah yogurt, keju, mentega, sour cream (susu asam), dan produk fermentasi lainnya.

Fisiologi : adalah salah satu dari cabang-cabang biologi yang mempelajari berlangsungnya sistem kehidupan

Fotosintesis : suatu proses biokimia pembentukan karbohidrat dari bahan anorganik yang dilakukan oleh tumbuhan, terutama tumbuhan yang mengandung zat hijau daun, yaitu klorofil. Selain yang mengandung zat hijau daun, ada juga makhluk hidup yang berfotosintesis yaitu alga, dan beberapa jenis bakteri dengan menggunakan zat hara, karbon dioksida, dan air serta dibutuhkan bantuan energi cahaya matahari

Furan : sejenis senyawa kimia heterosiklik. Ia umumnya diturunkan dari dekomposisi termal bahan-bahan yang mengandung pentosa (misalnya kayu tusam). Furan tidak berwarna, mudah terbakar, sangat mudah menguap dengan titik didih mendekati suhu kamar.

Gula pereduksi : golongan gula (karbohidrat) yang dapat mereduksi senyawa-senyawa penerima elektron, contohnya adalah glukosa dan fruktosa. Ujung dari suatu gula pereduksi adalah ujung yang mengandung gugus aldehida atau keto bebas.

Imago : tahap terakhir metamorfosis yang dilalui oleh spesies serangga, Sedangkan proses pertumbuhan dan perkembangannya dalam metamorfosis disebut dengan tahap *imajinal* (tahap di mana serangga mencapai kedewasaan).

Inokulum primer : inokulum yang hidup dorman pada tempat-tempat tertentu pada saat tumbuhan inang sedang tidak ada, misalnya hidup dorman pada sisa-sisa tumbuhan sakit dan tanah.

Inokulum sekunder : Inokulum yang dihasilkan dari infeksi primer

Insektisida : bahan-bahan kimia bersifat racun yang dipakai untuk membunuh serangga

Kambium : lapisan jaringan meristemik pada tumbuhan sel-selnya yang aktif bertanggung jawab serta membelah sekunder tumbuhan.

Klorofil : pigmen yang dimiliki oleh berbagai organisme dan menjadi salah satu molekul berperan utama dalam fotosintesis. Klorofil memberi warna hijau pada daun tumbuhan hijau dan alga hijau,

tetapi juga dimiliki oleh berbagai alga lain, dan beberapa kelompok bakteri fotosintetik.

Komponen mutagenic: komponen atau zat yang bersifat mutagen yaitu dapat menyebabkan mutasi genetic.

Komponen toksik : zat kimia yang menimbulkan gangguan bila dimakan dalam jumlah banyak dan terus menerus

Kondensasi : suatu kelas reaksi adisi organik yang biasanya berlangsung setahap-demi-setahap untuk menghasilkan produk adisi, biasanya dalam kesetimbangan, dan suatu molekul air (karenanya dinamai kondensasi)

Kotiledon: bakal daun yang terbentuk, dan melekat pada embrio dengan hipokotil. Kotiledon merupakan organ cadangan makanan pada biji sekelompok tumbuhan, sekaligus organ pertama yang dimiliki oleh tumbuhan yang baru saja berkecambah yang tak memiliki klorofil. Walaupun bagi kecambah ia berfungsi seperti daun, kotiledon tidak memiliki anatomi yang lengkap seperti daun sejati yang terbentuk kemudian.

Larva : bentuk muda (juvenile) hewan yang perkembangannya melalui metamorfosis, seperti pada serangga dan amfibia. Bentuk larva dapat sangat berbeda dengan bentuk dewasanya, misalnya ulat dan kupu-kupu yang sangat berbeda bentuknya.

Mikrobiologi: kajian tentang makhluk hidup (organisme) berukuran terlalu kecil untuk dapat dilihat dengan mata telanjang. Mikroorganisme meliputi protozoa, algae (ganggang), fungi (jamur), lichenes, bakteri, dan virus

Nimfa : hewan muda yang mirip dengan hewan dewasa tetapi berukuran lebih kecil dengan perbandingan tubuh yang berbeda. Nimfa akan mengalami molting (pergantian kulit), setiap kali setelah molting makhluk hidup itu kelihatan lebih mirip dengan hewan dewasa.

Parasitosis : penyakit menular yang disebabkan atau ditularkan oleh parasit . Banyak parasit tidak menyebabkan penyakit karena pada akhirnya dapat menyebabkan kematian organisme dan inang. Parasit yang menginfeksi manusia disebut parasit manusia .

Pengendalian Hama Terpadu : suatu konsepsi atau cara berpikir mengenai pengendalian Organisme Pengganggu Tumbuhan

Pirazin : senyawa organik aromatik heterosiklik dengan rumus kimia $C_4H_4N_2$

Pirole : sejenis senyawa organik aromatik heterosiklik beranggota lima dengan rumus kimia C_4H_4NH

Polifenol : kelompok zat kimia yang ditemukan pada tumbuhan. Zat ini memiliki tanda khas yakni memiliki banyak gugus fenol dalam molekulnya.

Respirasi : proses metabolisme di mana organisme memperoleh energi dengan mereaksikan oksigen dengan glukosa untuk memberikan air, karbon dioksida dan 38ATP (energi).

Roasting : proses pemanggangan

Senyawa intermediet : molekul tidak stabil dengan waktu paruh yang sangat pendek dalam reaksi kimiawi. Intermediet terbentuk dari reaktan atau intermediat lain pada reaksi kimia

sebelumnya, dan dengan reaksi yang berkelanjutan, proses kimiawi tersebut dapat diamati

Senyawa non volatile : Senyawa yang memiliki titik didih tinggi atau tidak mudah menguap

Senyawa volatile : Senyawa yang memiliki titik didih rendah atau mudah menguap

Sifat genetic : sifat dari induk (orang tua) kepada keturunannya (anak).

Tekstur tanah : keadaan tingkat kehalusan tanah yang terjadi karena terdapatnya perbedaan komposisi kandungan fraksi pasir, debu dan liat yang terkandung pada tanah

Thermotolerant : mampu bertahan pada suhu yang lebih tinggi dari yang umumnya

Unsur hara makro: unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah besar. Unsur hara yang tergolong unsur hara makro adalah :Nitrogen (N), Fosfor (P), Kalium (K), Sulfur/belerang (S), Calcium (Ca), Magnesium (Mg)

Unsur hara mikro : yaitu unsur hara yang dibutuhkan tanaman dalam jumlah yang tidak terlalu banyak dan bervariasi tergantung jenis tanaman. Yang tergolong unsur hara mikro antara lain adalah : Klor (Cl), Zat besi (Fe), Mangan (Mn), Tembaga (Cu), Seng (Zn), Boron (B), Molibdenum (Mo)