

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA DAN KERANGKA TEORI

2.1. Teh

Teh merupakan tanaman asli Cina, Tibet, India bagian utara¹⁶ dan kini telah ditanam di lebih dari 30 negara. Ada sekitar 3000 jenis tanaman teh di dunia, tetapi pada prinsipnya teh berasal dari dua macam spesies yang dikawinkan silang yaitu spesies *Camellia sinensis* yang berdaun kecil dan *Camelia assamica* yang berdaun lebar.^{1,16} Berdasarkan penemuan arkeologi, teh mulai dikonsumsi dengan cara diseduh sejak 5000 tahun yang lalu. Sedangkan berdasarkan penemuan botanikal, India dan Cina merupakan negara yang pertama membudidayakan teh. Namun, orang Amerikalah yang menemukan teh celup dan memulai budaya minum es teh pada awal 1900an.²

Tanaman teh tumbuh optimal pada ketinggian 2400 meter dari permukaan laut, dengan temperatur ideal sekitar 10-30⁰C, pada daerah dengan curah hujan 1000-1250 mm per tahun. Tanaman teh berbentuk semak yang dapat tumbuh hingga ketinggian 30 kaki atau sekitar sembilan meter, tetapi biasanya teh dipangkas secara rutin sehingga tingginya hanya 2-3 kaki atau kurang dari satu meter. Tanaman ini sering dipangkas untuk memperoleh daun-daun mudanya, sebab daun muda berkualitas lebih tinggi dibandingkan daun tua.²



Gambar 2.1. Daun teh
Sumber: Andi N, 2006⁴

Tanaman teh *Camellia sinensis* diklasifikasikan sebagai berikut.^{17,18}

Divisi	: Spermatophyta (tumbuhan biji)
Sub divisi	: Angiospermae (tumbuhan biji terbuka)
Kelas	: Dicotyledoneae (tumbuhan biji belah)
Sub Kelas	: Dialypetalae
Ordo (bangsa)	: Guttiferales (<i>Clusiales</i>)
Familia (suku)	: Camelliaceae (<i>Theaceae</i>)
Genus (marga)	: Camellia
Spesies (jenis)	: <i>Camellia sinensis</i>

2.1.1. Jenis Teh

Berdasarkan penanganan paska panen atau berdasarkan tingkat oksidasinya, teh dibagi menjadi beberapa macam sebagai berikut.

1. Teh putih

Teh putih dibuat dari bunga dan pucuk daun muda yang tidak mengalami proses oksidasi aktif, melainkan hanya diuapkan sebagai oksidasi nonaktif dan sewaktu belum dipetik dilindungi dari sinar matahari untuk menghalangi pembentukan klorofil. Teh putih banyak ditanam di provinsi Fujian di Cina dan diproduksi dalam jumlah lebih sedikit bahkan harganya pun juga lebih mahal.^{5,19}

2. Teh hijau

Daun teh yang dijadikan teh hijau biasanya langsung diproses setelah dipetik. Setelah daun mengalami oksidasi dalam jumlah minimal, proses oksidasi dihentikan dengan pemanasan sehingga terjadi inaktivasi enzim. Pemanasan ini dapat dilakukan dengan cara Jepang yakni menggunakan uap panas suhu 85⁰C selama tiga menit atau cara Tiongkok yakni memanggang (*pan firing*) dengan cara tradisional pada suhu 100-200⁰C maupun dengan mesin pada suhu 220-300⁰C.¹⁷ Teh yang sudah dikeringkan dapat dijual dalam bentuk lembaran daun teh atau digulung rapat berbentuk seperti bola-bola kecil atau peluru berjenis *Gunpowder*. Sekarang ini terdapat tujuh macam jenis teh hijau yaitu

jenis *Sencha*, *Dragon Well*, *Macha*, *Gunpowder*, *Jasmine*, *Genmaicha*, dan *Anji*.^{20,21}

Teh hijau Indonesia merupakan produk yang unik karena diolah dari pucuk teh *C. Sinensis* var. *Assamica*. Teh hijau Indonesia dibedakan dengan teh hijau Cina pada bahan bakunya, tetapi sama dalam proses pengolahannya, yaitu dengan sistem *panning* berupa inaktivasi enzim dengan udara panas. Teh hijau Indonesia sangat berbeda dengan teh hijau Jepang karena berbeda bahan baku maupun pengolahannya. Teh hijau Jepang menggunakan sistem *steaming*, yaitu menginaktivasi enzim dengan uap panas.³

3. Teh oolong

Teh oolong diproses secara semi fermentasi dan dibuat dari bahan baku khusus yaitu varietas tertentu yang memberi aroma khusus. Proses oksidasi dihentikan di tengah-tengah antara teh hijau dan teh hitam yang biasanya memakan waktu 2-3 hari, kemudian baru dipanaskan pada suhu 160-240°C selama 3-7 menit untuk inaktivasi enzim, selanjutnya digulung dan dikeringkan.^{5,17}

4. Teh hitam atau teh merah

Daun teh dibiarkan teroksidasi atau difermentasi secara penuh sekitar dua minggu hingga satu bulan. Fermentasinya dilakukan pada suhu sekitar 22-28°C dengan kelembaban sekitar 90%. Teh hitam Indonesia yang terbuat dari *C. Sinensis* var. *Assamica* memiliki kandungan katekin yang lebih tinggi daripada teh hijau Jepang jenis *sencha* dan teh dari negara lain. Rata-rata kandungan katekin pada teh Indonesia berkisar antara 7,02 – 11,60% b.k., sedangkan pada negara lain berkisar antara 5,06 – 7,47% b.k.^{5,17,22}

2.1.2. Proses Pengolahan^{16,18,20}

Pengolahan teh secara umum dimulai dengan proses pelayuan. Pada tahap ini terjadi peningkatan enzim, penguraian protein sehingga terjadi peningkatan kandungan protein dan akibatnya menghasilkan bau yang

sedap. Setelah itu masuk ke tahap penggulungan dan terjadilah oksidasi yang memungkinkan terbentuknya warna coklat dan bau yang spesifik.

Kemudian pengolahan masuk ke tahap fermentasi, tetapi fermentasi di sini tidak menggunakan ragi dan tidak ada etanol yang dihasilkan seperti layaknya proses fermentasi yang sebenarnya. Pengolahan teh yang tidak benar dapat menyebabkan teh ditumbuhi jamur yang mengakibatkan terjadinya proses fermentasi jamur. Teh yang sudah mengalami fermentasi dengan jamur harus dibuang, karena mengandung unsur racun dan unsur bersifat karsinogen. Pada tahap fermentasi teh ini terjadi proses oksidasi enzimatik yaitu proses oksidasi senyawa fenol dengan bantuan enzim polifenol oksidase sehingga menghasilkan substansi *theaflavin* dan *thearubigin*. Kedua substansi tersebut yang akan menentukan sifat kekuatan / *strengh*, warna, dan kualitas teh pada air seduhannya.

Selesai tahap fermentasi, pengolahan masuk ke tahap pengeringan. Di sini terjadi penghentian proses oksidasi yaitu terhentinya aktivitas enzim sehingga terbentuk rasa, warna, serta bau yang spesifik. Kemudian teh disimpan dalam bentuk kemasan yang bermacam-macam. Jika belum dikemas lebih dari 2-3 minggu, akan terjadi perubahan pada *theaflavin* dan *thearubigin* sehingga akan menyebabkan perubahan warna.

Berikut ini adalah tahapan pengolahan teh hijau di Indonesia yang mirip dengan pengolahan teh hijau di Cina secara ringkas^{4,18,23} (Gambar 2.2.):

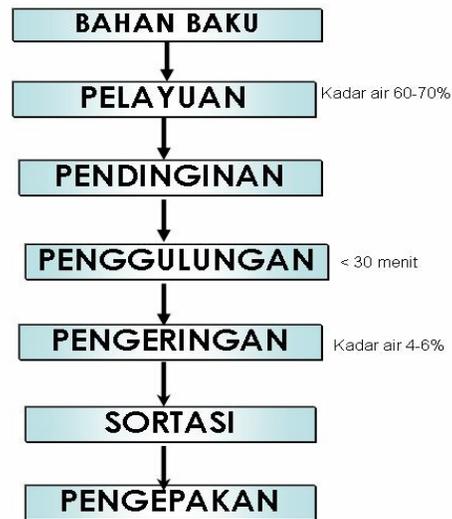
1. Pelayuan

Daun teh hasil petikan dihamparkan di tempat yang teduh dan diangin-anginkan sambil diaduk-aduk selama 1 – 2 hari untuk mengurangi kadar air pada daun. Lalu daun teh dilayukan dengan melewati daun tersebut pada silinder panas sekitar 5 menit (sistem *panning*). Proses pelayuan ini bertujuan untuk mematikan aktivitas enzim sehingga akan menghambat terjadinya proses fermentasi dan menurunkan kadar air menjadi 60-70%.

2. Pendinginan

Proses pendinginan bertujuan untuk mendinginkan daun setelah melalui proses pelayuan.

Pengolahan Teh Hijau



Gambar 2.2. Bagan pengolahan teh hijau
Sumber: Deptan²³

3. Penggulungan

Daun sedikit demi sedikit ditaruh di atas tampah kemudian digulung dengan telapak tangan. Proses ini bertujuan untuk memecah sel-sel daun sehingga teh yang dihasilkan mempunyai rasa yang lebih sepat.

4. Pengerinan

Proses pengeringan pertama kali dilakukan dengan *ECP drier* dilanjutkan dengan *rotary drier*. Proses dilakukan pada suhu 110-135⁰C selama kira-kira 30 menit. Proses pengeringan kedua akan memperbaiki bentuk gulungan daun, dan dilakukan pada suhu 70-95⁰C selama 60-90 menit. Produk teh hijau yang dihasilkan berkadar air 4-6%.

5. Sortasi

Tujuannya adalah untuk mendapatkan keseragaman bentuk yang dilakukan dengan diayak atau dipisahkan dengan tangan. Proses ini bertujuan untuk mendapatkan teh hijau dengan berbagai kualitas mutu sebagai berikut :

- peko (daun pucuk)
- jikeng (daun bawah / tua)
- bubuk / kempring (remukan daun)
- tulang.

2.1.3. Kandungan Teh

Teh mengandung komponen *volatile* atau gas yang mudah berubah bentuk sebanyak 404 macam dalam teh hitam dan sekitar 230 macam dalam teh hijau.¹ Kandungan teh secara umum adalah sebagai berikut.^{1,18,22,24}

- a. Substansi fenol (25-35%): *tannin/catechin*, *theaflavin* dan *thearubigin*.
- b. Substansi bukan fenol: karbohidrat, substansi pektin, protein, asam amino; pigmen klorofil, *xanthofil*, karotin, dan β -karotin (13-20%); asam organik; substansi resin; vitamin C (150-250 mg%), E (25-70 mg%), dan K (300-500 IU/g); serta substansi mineral seperti kalium (1795 mg%), magnesium (192 mg%), mangan (300-600 ug/ml), fluor (0,1-4,2 mg/L), seng (5,4 mg%), selenium (1,0-1,8 ppm%), *cooper* (0,01 mg%), besi (33 mg%), kalsium (7 mg%); serta kafein (45-50 mg%)
- c. Substansi aromatis: fraksi karboksilat, karbonil, karbonil bebas yang sebagian besar terdiri atas alkohol.
- d. Enzim: polifenol oksidase, peroksidase dan protease, pektinase, invertase, amilase, dan B – glukosidase.
- e. Lain-lain: air (75-80%), lemak, sterol, *wax*, serat kasar (27%) seperti selulosa dan tiginin. Seratus gram daun teh mengandung 17 KJ kalori.^{25,26}

Sedangkan kandungan teh hijau bervariasi tergantung dari iklim, musim, cara penanaman, umur daun, ataupun posisi daun saat dipanen.² Komponen yang terkandung dalam teh hijau adalah sebagai berikut (Tabel 2.1.).¹⁷

Tabel 2. 1. Komponen kandungan teh hijau

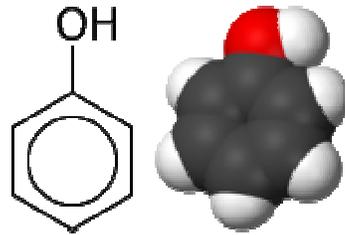
No.	Komponen	% Berat Kering
1	Kafein	7,43
2	<i>Epicatechin</i>	1,98
3	Epicatechin gallate	5,20
4	Epigallocatechin	8,42
5	Epigallocatechin gallate	20,29
6	Flavanol	2,23
7	Theanin	4,70
8	Asam glutamate	0,50
9	Asam aspartat	0,50
10	Arginin	0,74
11	Asam amino lain	0,74
12	Gula	6,68
13	Bahan yang dapat mengendapkan alcohol	12,13
14	Kalium (potassium)	3,96

Sumber: Sulistyowati Tuminah, 2004.¹⁷

Sesuai dengan komposisi daun teh, dapat disimpulkan bahwa efek stimulasi atau rangsangan teh adalah karena adanya *theine*, sedangkan *tannin* atau katekin memberikan sifat pekat, warna dan bersifat antiseptik.²⁴ Kandungan minyak atsiri daun teh memberikan bau sedap dan rasa nikmat.²⁷

2.2. Polifenol

Komponen yang paling berperan dalam teh hijau adalah polifenol.² Polifenol terdiri dari banyak cincin fenol. Fenol merupakan gugus aromatik alkohol yang paling sederhana; tersusun dari cincin benzena yang berikatan dengan gugus hidroksil (OH) (Gambar 2.3.). Fenol memiliki rumus kimia C_6H_5OH . Istilah fenol bukan hanya untuk menggambarkan fenol tetapi juga untuk menggambarkan gugus aromatik lain yang memiliki cincin benzena dan berikatan dengan gugus hidroksil. Fenol mudah melepaskan ion H^+ dari gugus hidroksil sehingga sifatnya cenderung asam.²⁸ Fenol memiliki banyak fungsi yaitu sebagai antiseptik, yang bekerja dengan cara mendenaturasi atau mengkoagulasi protein bakteri sehingga sifat khas bakteri hilang²⁹, komponen anestetika oral, aspirin atau fungsi analgesik, serta banyak digunakan untuk industri zat perasa (*flavour*)³⁰, sebagai agen antiinflamasi³¹, industri kosmetik yakni untuk produksi *sunscreen*³² dan produk pemutih.³³

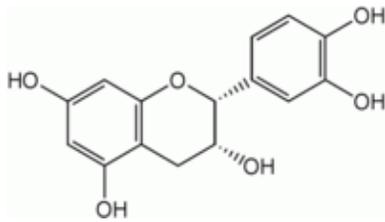


Gambar 2.3. Gugus fenol
Sumber: www.chembiofinder.com³⁴

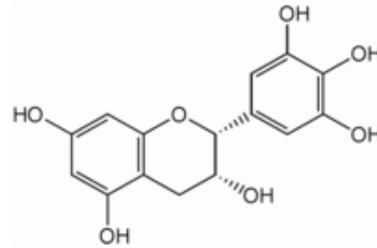
Polifenol secara umum terbagi menjadi *hydrolyzable tannins* (*gallic acid ester* dari glukosa dan gula lainnya) dan *phenylpropanoid* seperti *lignin*, *flavonoid* serta *tannin* yang terkondensasi (Gambar 2.4.).³⁵ Subkelas dari polifenol meliputi *flavones*, *flavonol*, *flavanones*, *catechins*, *antocyanidin*, dan *isoflavones*. Turunan *flavonols*, *quercetin* dan turunan *catechins*, *epicatechin* (EC) (Gambar 2.5.), *epigallo-catechin* (EGC), *epigallo-catechin gallate* (EGCg) (Gambar 2.6.) umumnya ditemukan di dalam teh. Di dalam teh hijau sendiri komponen polifenol yang utama adalah *flavonoid* seperti *catechin*, *epicatechin*, *epicatechin gallate*, *epigallocatechin gallate*, dan *proanthocyanidins*.² Catekin pada teh hijau memiliki sifat antibakterial, antifungal, antiviral dan *protein-denaturing*.⁸ EGCg dan *quercetin* merupakan antioksidan kuat dengan kekuatan 100 kali lebih tinggi daripada vitamin C dan 25 kali daripada vitamin E yang juga merupakan antioksidan potensial.¹

Unit Dasar	 <i>Gallic Acid</i>	 <i>Flavone</i>	 <i>Cinnamic Acid</i>
Kelas/ Polimer	<i>Hydrolyzable Tannins</i>	<i>Flavonoid, Condensed Tannins</i>	<i>Lignins</i>

Gambar 2.4. Unit dasar polifenol
Sumber: Dewick PM, 1995³⁵



Gambar 2.5. *Epicatechin*
Sumber: www.chembiofinder.com³⁴



Gambar 2.6. *Epigallocatechin*
Sumber: www.chembiofinder.com³⁴

Epigallocatechin gallate atau disingkat EGCg merupakan komponen aktif yang paling signifikan di dalam teh hijau. Bagian tanaman teh yang paling banyak mengandung EGCg adalah bagian pucuk-pucuk daun dan daun-daun muda.^{2,27,36}

Dari hasil penelitian yang dilakukan oleh Pusat Penelitian Teh dan Kina (PPTK) Gambung - Jawa Barat Indonesia menunjukkan bahwa kandungan polifenol pada teh Indonesia yang merupakan komponen aktif untuk kesehatan $\pm 1,34$ kali lebih tinggi dibanding teh dari negara lain. Pada teh hijau, katekin merupakan senyawa polifenol utama pada teh sebesar 90% dari total kandungan polifenol, sedangkan dalam teh hitam dan teh oolong, katekin akan diubah menjadi *theaflavin* dan *thearubigin*.¹ Rata-rata kandungan katekin pada teh Indonesia berkisar antara 7,02 - 11,60% berat kering (b.k.), sedangkan pada negara lain berkisar antara 5,06 - 7,47 b.k.²² (Tabel 2.2.).

Tabel 2.2. Katekin pada beberapa jenis teh di Indonesia dan negara lain

Negara	Jenis Teh	Substansi Katekin % berat kering
Indonesia	Teh hitam Orthodox	8,24
	Teh hitam CTC	7,02
	Teh hijau ekspor	11,60
	Teh hijau lokal	10,81
	Teh wangi	9,28
Jepang	<i>Sencha</i>	5,06
Cina	Teh oolong	6,73
	Teh wangi	7,47
Srilanka	Teh hitam BOP	7,39

Sumber: Kustamiati Bambang, 2006³

Pengolahan teh mempengaruhi jumlah katekin yang terdapat dalam pucuk teh terutama pada pengolahan teh hitam.³ (Tabel 2.3.) Penurunan

kadar katekin pada pengolahan teh hijau tidak sebanyak pada pengolahan teh hitam (Tabel 2.4.). Hal ini dimungkinkan karena sejak awal telah diupayakan inaktivasi enzim oksidasi selama proses pemanasan atau pelayuan. Dari tabel terlihat bahwa kadar katekin mengalami penurunan cukup besar setelah tahap pengeringan dan penggilingan yang akan diperparah lagi jika inaktivasi enzim selama tahap pelayuan tidak sempurna.^{3,17} Fermentasi dan pemanasan juga mengakibatkan polimerisasi *monomeric polyphenolic compounds* seperti katekin yang dapat mempengaruhi fungsi dari katekin itu.³⁷

Tabel 2.3. Kadar katekin teh hitam setelah setiap tahap pengolahan

Tahap Pengolahan	Yang Dianalisis	Katekin Total	
		Berat kering	% Katekin
Sebelum diolah	Pucuk segar	14,73	100,00
	Pelayuan	Daun layu	13,58
Penggilingan	Bubuk giling 1	11,51	78,14
	Bubuk giling 2	8,75	59,03
	Bubuk giling 3	7,83	53,16
	Bubuk giling	6,62	44,94
	Fermentasi	Bubuk fermentasi 1	9,18
Pengeringan	Bubuk fermentasi 2	8,35	56,69
	Bubuk fermentasi 3	6,93	47,05
	Bubuk fermentasi	5,89	39,99
	Bubuk kering 1	8,61	58,45
	Bubuk kering 2	7,48	50,78
Sortasi	Bubuk kering 3	6,10	41,41
	Bubuk kering	5,30	35,98
	Dust 1	11,09	75,29
	BT 1	8,00	54,31
	Dust 11	7,79	52,89
	BTL	3,68	24,98

Sumber: Kustamiati Bambang, 2006³

Tabel 2.4. Kadar katekin teh hijau setelah setiap tahap pengolahan

Tahap pengolahan	Yang dianalisis	Katekin total	
		Berat kering	% Katekin
Sebelum diolah	Pucuk segar	15,53	100,00
Pelayuan	Pucuk layu	14,39	92,66
Penggilingan	Bubuk giling	13,35	85,96
Pengeringan I	Bubuk kering awal	13,06	84,10
Pengeringan akhir	Bubuk kering akhir	11,88	76,50
Sortasi	GI P1	13,05	84,03
	CM 1	12,61	81,20
	SM 1	11,79	75,92
	GP 3	12,16	78,30
	CM 3	11,14	71,73
	SM 3	11,55	74,37
	Peko	11,66	75,08
	Jikeng	9,97	64,20
	Bubuk	10,62	68,38
	Tulang	6,96	44,82

Sumber: Kustamiati Bambang, 2006³

2.3. Manfaat Teh

Teh memiliki banyak khasiat bagi tubuh, terutama untuk masalah kesehatan dan kecantikan. Salah satu khasiat teh hijau yang paling utama adalah sebagai antikanker. Efek hambatan karsinogenesis teh sangat berkaitan dengan kandungan katekinnya, terutama kandungan *Epigallocatechin gallate* (EGCg). Struktur EGCg sama dengan struktur *Methotrexate* yang dikenal sebagai obat kanker yang diproduksi dari bahan sintesis. *Epigallocatechin gallate* dalam teh hijau konsentrasi relatif tinggi mengandung enzim *dihydrofolate reductase* (DHFR) seperti salah satu kandungan obat *Methotrexate*. Namun, EGCg tidak mengikat sekeras *Methotrexate*, sehingga efek samping pada sel yang sehat tidak sekeras obatnya,^{4,38,39}

Teh hijau juga memiliki gugus *pyrogallol* dan gugus *galloil* yang memberikan sifat antimikroba serta struktur tersier persenyawaan gugus *cathecol / pyrogallol* dengan gugus *galloil*nya memberi sifat menghambat racun. Di samping hal-hal di atas, mengonsumsi teh hijau dapat mengurangi risiko penyakit sistemik seperti jantung karena katekin dalam teh bisa mengurangi agregasi platelet pada pembuluh darah, menurunkan risiko terjadinya penyakit kardiovaskular dengan cara menurunkan kadar kolesterol darah dan tekanan darah, mencegah dan mengobati penyakit

ginjal karena kandungan EGCgnya, serta mengurangi kadar glukosa darah penderita diabetes karena kandungan mangan (Mn) dalam teh dapat menguraikan gula menjadi energi⁴, serta teh mampu juga meningkatkan sensitivitas insulin dan toleransi glukosa.⁴⁰

Suatu penelitian menyatakan bahwa kafein dalam teh mempunyai efek menyenangkan, membangkitkan selera, mempercepat denyut jantung, diuretik, disinfektan, memperlancar pencernaan, antipiretik, dan analgesik.⁴¹

Bagi kesehatan gigi dan mulut, teh pun memiliki peranan penting. Kandungan fluor dalam katekin teh hijau dapat memperkuat struktur email gigi serta menurunkan kadar asam yang dihasilkan oleh bakteri plak. Begitu pula kandungan katekin teh hijau mampu membunuh bakteri dalam mulut penyebab bau tak sedap.⁴

Katekin dalam teh memang memiliki banyak manfaat. Katekin ternyata juga memiliki sifat antioksidan yang dapat melindungi tubuh dari senyawa radiasi sehingga baik dalam mencegah penuaan dini, serta dapat digunakan untuk bahan pengawet makanan. Pemakaian ekstrak teh hijau secara topikal dapat memberi efek perlindungan dari kerusakan kulit akibat *photoaging* dan karsinogenesis.^{42,43,44}

Masih banyak kegunaan teh bagi kesehatan dan kecantikan. Vitamin C yang terkandung dalam teh setara dengan segelas air jeruk, serta kandungan *theanin* dalam teh berefek baik dalam mencegah dan melawan flu maupun mempertahankan kesehatan tubuh.^{4,45} Berbagai kandungan mineral dalam teh memiliki banyak manfaat, salah satunya magnesium (Mg) yang membantu metabolisme tulang. Kini cukup banyak ditemui penggunaan dan pencampuran kandungan teh dalam berbagai bahan kebutuhan sehari-hari seperti pasta gigi, sabun mandi, shampo, *body lotion*, permen, pelindung bibir, susu, dll.

2.4. Efek Samping Teh

Di samping berbagai manfaatnya, teh ternyata memiliki beberapa efek samping, yaitu sebagai berikut :

- Gugus *galloil* dan kandungan *theobromin* pada polifenol teh dapat mengikat zat besi tak berhemoglobin, misalnya yang berasal dari sayuran, sehingga mengurangi penyerapan zat besi pada tubuh.^{46,47,48,49} Namun, efek merugikan ini dapat dikurangi dengan mengonsumsi makanan yang mengandung asam askorbat karena dapat meningkatkan absorpsi zat besi tak berhemoglobin serta meminum susu.
- Peneliti dari Rutgers University mengumumkan pada *The Washington Times* bahwa minum teh dapat menyebabkan kerusakan kromosom dan fetal leukimia.⁵⁰ Sedangkan wanita hamil yang mengonsumsi teh secara berlebihan dapat mengakibatkan rusaknya saraf janin. Oleh karena itu, mengonsumsi teh hijau bagi wanita hamil harus diimbangi dengan pemberian suplemen asam folat.⁴
- *Tannin* menyebabkan pewarnaan / *staining* ekstrinsik pada gigi^{51,52} dan mengganggu absorpsi obat dalam medikasi.⁵³
- Kafein menyebabkan gangguan pada saluran kemih sehingga menjadi sering buang air kecil, meskipun ini juga merupakan salah satu keuntungan teh dalam memperlancar sekresi urin.^{4,47,54} Selain itu konsumsi 5 cangkir teh per hari yang kira-kira mengandung 600 mg kafein dapat menyebabkan keracunan kafeina kronis dengan gejala gangguan pencernaan (*dyspepsia*), rasa lemah, gelisah, tremor, susah tidur, tidak nafsu makan, sakit kepala, pusing (*vertigo*), bingung, berdebar, sesak napas, dan susah buang air besar.²⁶
- Fluor di dalam teh bila dikonsumsi berlebihan dapat menyebabkan kelainan pada email yang disebut dengan *white spot*.⁴⁹

2.5. Plak Gigi

Plak gigi adalah deposit mikroba yang terbentuk pada permukaan jaringan keras pada rongga mulut, terdiri dari bakteri yang hidup maupun mati beserta produk-produknya, bersama dengan komponen-komponen inang yang berasal dari saliva. Plak gigi merupakan contoh klasik dari biofilm alami dan agen terbesar yang menyebabkan karies dan penyakit periodontal.⁵⁵ Sedangkan biofilm adalah istilah yang digunakan untuk

mendeskripsikan komunitas mikroorganisme yang tersusun baik serta melekat pada setiap permukaan dan terselubungi matriks materi ekstraselular.^{56,57} Biofilm dapat terbentuk oleh spesies bakteri tunggal, tetapi umumnya terdiri dari berbagai spesies bakteri serta organisme lain dan debris.⁵⁷

Secara umum, plak gigi dapat diklasifikasikan menjadi dua sebagai berikut.¹²

1. Plak supragingival

Plak supragingival terletak pada atau di atas tepi gingiva. Plak supragingival yang berkontak langsung dengan tepi gingiva disebut plak marginal.

2. Plak subgingival

Plak subgingival terletak di bawah tepi gingiva, antara gigi dan jaringan *sulcular* gingiva.

Plak banyak ditemukan pada permukaan gigi yang kurang terjaga kebersihannya dan pada umumnya mudah ditemukan di daerah anatomis yang sulit dijangkau saat pembersihan seperti di daerah fisura oklusal, daerah interproksimal, atau di sekeliling sulkus gingiva.⁵⁵

Komposisi utama dari plak gigi adalah mikroorganisme. Dalam 1 gram berat basah plak terdapat sekitar 2×10^{11} bakteri, diperkirakan terdapat lebih dari 500 spesies bakteri yang berbeda.⁵⁶ Selain bakteri, di dalam plak juga ditemukan mikroorganisme lain seperti *Mycoplasma*, ragi, protozoa, dan virus.¹¹ Sedangkan 20-30% bagian plak gigi merupakan matriks materi ekstraselular. Matriks materi ekstraselular merupakan materi tipis dan protektif, terdiri dari materi organik dan anorganik yang berasal dari saliva, cairan sulkular gingiva, dan produk-produk bakteri.¹² Materi organiknya terdiri dari polisakarida dari produk bakteri, glikoprotein dari saliva, albumin dari cairan sulkular gingiva, materi lipid dari membran bakteri yang rusak, jaringan inang, dan debris makanan. Matriks inilah yang berperan sebagai lapisan pengikat antar organisme dan terhadap berbagai permukaan, serta memberi perlindungan pada bakteri terhadap antibiotik, antimikroba, dan mekanisme pertahanan inang.^{56,57}

Materi anorganik plak gigi sebagian besar adalah kalsium dan fosfor dengan mineral-mineral seperti sodium, potasium, dan fluor dalam jumlah kecil. Materi anorganik plak supragingiva ini berasal terutama dari saliva, sedangkan materi anorganik plak subgingiva berasal dari cairan krevikular, yang berupa transudat serum. Semakin banyak jumlah mineral dalam materi anorganik ini, maka plak dapat termineralisasi membentuk kalkulus.¹²

Plak gigi terbentuk melalui 3 fase:

1. Formasi pelikel

Segera setelah permukaan gigi dibersihkan, glikoprotein saliva diadsorpsi, membentuk suatu film yang melapisi permukaan gigi, disebut sebagai pelikel email.⁵⁶ Namun, tak hanya permukaan gigi, pelikel juga terbentuk pada permukaan jaringan dan restorasi dalam mulut. Pelikel ini berasal dari komponen saliva, cairan krevikular, bakteri dan produknya, jaringan sel inang dan debris. Pelikel ini berguna untuk menjaga email dari aktivitas asam atau sebagai pertahanan, menyediakan lubrikasi atau pembasahan untuk permukaan dan mencegah kekeringan jaringan. Namun, pelikel menyerupai pita perekat ganda, di satu sisi melekat pada permukaan gigi sedangkan di sisi lain berlekatan dengan bakteri, sehingga bakteri secara tidak langsung berlekatan dengan permukaan gigi.^{55,57} Mekanisme yang terlibat dalam pembentukan pelikel email antara lain gaya elektrostatis, ikatan van der Waals, dan keadaan hidrofobik. Permukaan hidroksiapatit yang sebagian berupa kelompok fosfat bermuatan negatif berinteraksi secara langsung maupun tidak langsung dengan komponen saliva dan makromolekul cairan sulkular bermuatan positif.¹²

2. Kolonisasi inisial bakteri

Beberapa jam setelah formasi pelikel, bakteri mulai melekat pada permukaan terluar pelikel.⁵⁷ Bakteri awal yang berkoloni merupakan bakteri aerob fakultatif gram positif, seperti *Actinomyces viscosus* dan *Streptococcus sanguis*. Koloni ini melekat pada pelikel dengan bantuan adesin. Molekul-molekul spesifik adesin inilah yang berinteraksi dengan reseptor pada pelikel gigi.¹² Begitu bakteri melekat, mereka

memproduksi substansi-substansi yang menstimulasi bakteri lain untuk melekat juga pada koloni tersebut.⁵⁷ Massa bakteri dalam plak pun bertambah seiring dengan transisi lingkungan aerob yang didominasi bakteri positif Gram fakultatif menjadi lingkungan anaerob yang ditandai dengan adanya bakteri negatif Gram anaerob.

3. Kolonisasi sekunder dan maturasi plak gigi

Pada fase ini koloni bakteri lain yang biasanya tidak ditemukan pada permukaan gigi yang bersih, seperti *Prevotella intermedia*, *Prevotella loescheii*, *Capnocytophaga spp.*, *Fusobacterium nucleatum*, dan *Porphyromonas gingivalis* ditemukan melekat pada bakteri awal yang melekat pada pelikel. Perlekatan bakteri ke bakteri atau mikroorganisme lain dalam plak gigi disebut sebagai koagregasi. Proses ini terutama terjadi melalui interaksi stereokimiawi spesifik dari molekul-molekul protein dan karbohidrat yang terdapat pada permukaan sel bakteri, sebagai tambahan terhadap interaksi yang kurang spesifik dari keadaan hidrofobik, gaya elektrostatik, dan ikatan van der Waals.¹² Agregasi bakteri ini disebabkan oleh adanya reseptor dekstran atau glukon pada permukaan sel bakteri sehingga interaksi antar sel bakteri dapat terjadi selama pembentukan plak gigi.⁵⁸ Selanjutnya terjadi koagregasi antar spesies Gram negatif yang berbeda.

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi komposisi dan kematangan plak gigi yaitu (1) faktor bakteri yang terdiri dari produk ekstraseluler berupa glukon dan fruktan, interaksi bakteri berupa reaksi koagregasi, serta ekologi plak yang dipengaruhi oleh konsumsi makanan, kondisi rongga mulut dan produk bakteri, (2) faktor inang yang terdiri dari mekanisme pembersihan gigi dan mulut, pH saliva, komponen dalam saliva yang berupa laktoperoksidase, laktoferin, glikoprotein dan mekanisme adhesi, serta respon imun inang yang berupa sekresi IgA dalam mulut dan cairan krevikular.⁵⁹

Plak gigi pada umumnya memiliki sifat: (1) terlindung dari unsur pertahanan inang seperti leukosit atau enzim serta dari agen antimikroba, (2) tahan terhadap pengaruh pembersihan oleh aliran saliva, (3) pengaturan

ruang dalam biofilm yang memudahkan interaksi metabolik, dan (4) peningkatan konsentrasi nutrisi.⁵⁷ Plak memiliki salah satu sifat penting yaitu ia berbeda dari deposit lunak gigi lainnya seperti material alba dan debris makanan. Plak gigi memiliki bentuk yang unik sehingga tak dapat dihilangkan begitu saja dengan hanya berkumur dengan air.⁶⁰

2.6. Kontrol Plak

Kontrol plak gigi adalah pengangkatan plak gigi dan pencegahan akumulasi plak pada gigi dan yang berbatasan dengan permukaan gingiva.¹² Metode pengontrolan plak gigi dikatakan efektif apabila: (1) semua plak gigi terangkat, (2) jumlah plak gigi berkurang sampai di bawah batas ancaman terjadinya penyakit akibat plak gigi, (3) patogenesis plak gigi hilang.⁶¹

Oleh karena itu hal-hal yang dapat dilakukan untuk mengontrol plak gigi adalah sebagai berikut.

1. *Dental Health Education* (DHE)¹²

Tahapan DHE:

- a. memotivasi orang yang bersangkutan agar mau meningkatkan OH-nya.
- b. mengedukasi atau mengajarkan cara membersihkan gigi yang baik dan benar
- c. memberikan instruksi agar orang yang bersangkutan mau melaksanakan sendiri dan untuk program *recall*.

2. Pengangkatan plak gigi secara mekanis

Dilakukan dengan cara menyikat gigi dan penggunaan benang gigi atau *dental floss*. Ternyata menyikat gigi saja kurang efektif karena hanya berperan pada plak supragingival, akses ke bagian yang sempit seperti bagian fisura oklusal dan bagian proksimal gigi juga sulit. Di samping itu cara ini tidak mungkin dilakukan secara sempurna pada tiap individu karena adanya beberapa faktor, misalnya letak gigi yang berjejal. Maka itu diciptakanlah sikat gigi dengan berbagai macam bentuk termasuk yang termutakhir yaitu sikat gigi elektrik serta benang gigi yang diharapkan dapat menjangkau daerah dalam mulut yang sulit dijangkau

dalam penyikatan biasa yakni bagian interproksimal gigi dan sulkus gingiva.^{61,62}

3. Penggunaan obat-obatan antimikroba secara lokal maupun sistemik⁶¹
Cara ini merupakan cara mengontrol plak dengan bahan-bahan kimia. Tabel 2.5. memperlihatkan agen-agen kontrol plak kimiawi.

Tabel 2.5. Agen kimiawi untuk kontrol plak supragingival

Antibiotics
Enzymes
Bisbiguanides
Quaternary ammonium compounds
Natural compounds
Fluorides
Metal ions
Oxygenating agents
Other antiseptics

Sumber: M Addy, 1986⁶¹

4. Mengubah biokimiawi plak gigi
Mengubah kandungan dari plak gigi itu sendiri, misalnya dengan mengurangi jumlah bakteri dalam plak gigi sehingga jumlah plak gigi tidak semakin bertambah dan tidak terlalu membahayakan jaringan dalam mulut.
5. Mencegah perlekatan bakteri ke permukaan gigi
Digunakan agen kimia yang dapat mengintervensi siklus metabolisme bakteri sehingga perlekatannya ke permukaan gigi dapat dicegah.
6. Mengubah ekologi plak gigi
Caranya adalah dengan mengubah kondisi lingkungan plak gigi tersebut sehingga terjadi perubahan aktivitas bakteri yang terdapat di dalam plak gigi. Misalnya dengan mengurangi jumlah kadar sukrosa dalam mulut karena sukrosa adalah satu-satunya jenis gula yang dapat dimanfaatkan oleh *Streptococcus mutans* untuk membentuk plak gigi¹⁴ atau mengganti jenis gula³⁷ yang dikonsumsi sehingga bakteri dalam plak gigi tidak mendapat suplai makanan.

2.7. Hubungan Teh Hijau dan Plak Gigi

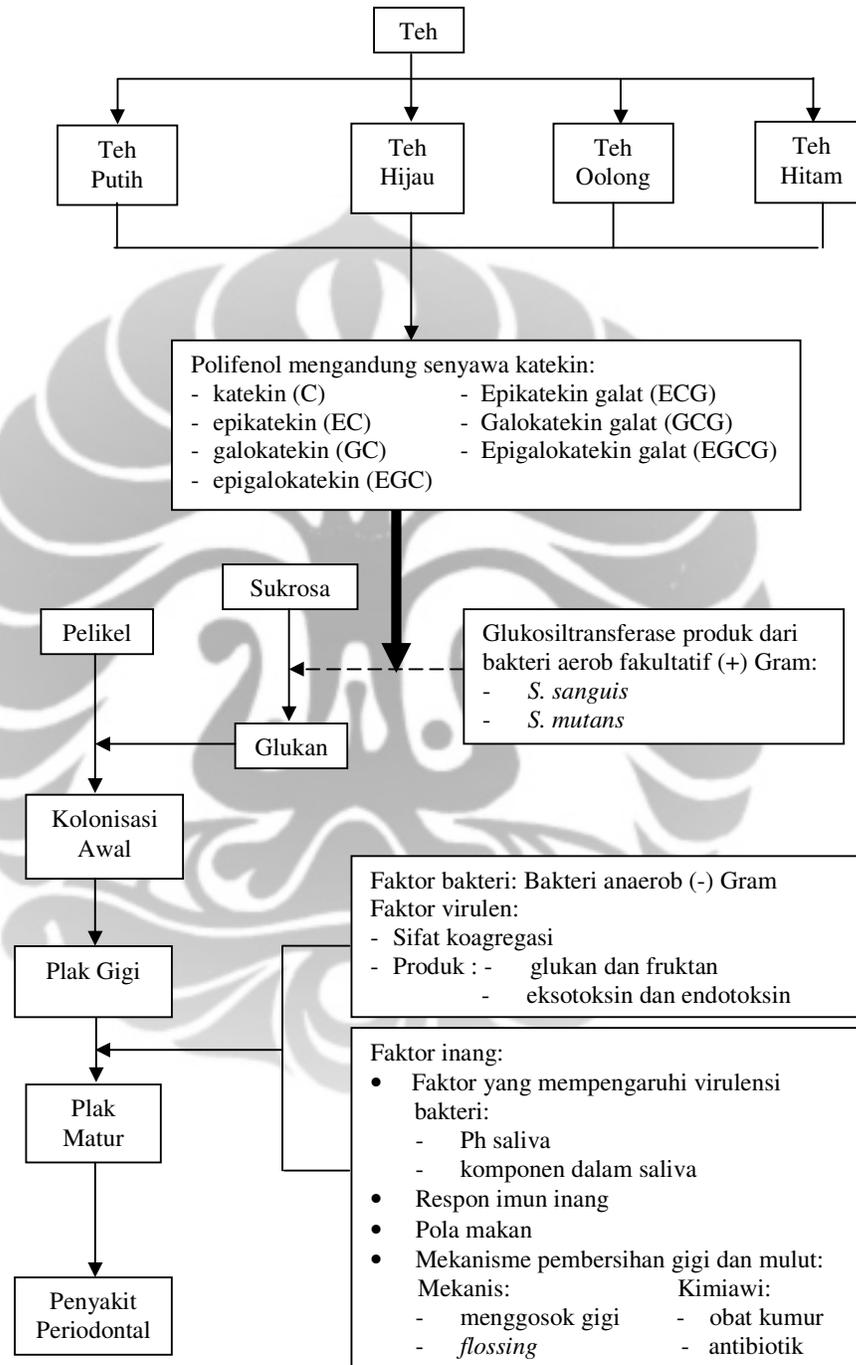
Pada pembentukan plak gigi, salah satu bakteri yang memiliki peranan terpenting adalah bakteri *Streptococcus mutans*.⁵ Hal ini diperjelas dengan fakta bahwa di dalam rongga mulut, bakteri inilah yang paling banyak ditemukan dalam plak gigi.⁶³ Koloninya paling banyak ditemukan pada pit dan fisura permukaan oklusal gigi, sisi proksimal gigi, dan dekat gingiva atau di lesi karies gigi.^{58,64}

Streptococcus mutans dapat membuat polisakarida ekstraselular dari sukrosa, yaitu glukosa atau dekstran yang disintesis oleh *glucosyltransferase S.mutans*⁶⁵ dan fruktan yang disintesis oleh *fructosyltransferase (FTF)*.⁶⁶ *Streptococcus sanguis* juga dapat mensintesis dekstran ekstraseluler dari sukrosa menghasilkan dekstran alfa (1-6) yang mudah larut dalam air, sedangkan *S.mutans* menghasilkan dekstran alfa (1-3) yang tidak mudah larut dalam air sehingga *S.mutans* lebih baik dalam membentuk plak gigi daripada *S.sanguis*.⁶⁷ Dekstran inilah yang membuat bakteri dapat melekat pada pelikel gigi. Dekstran atau glukosa ini juga dapat diubah kembali menjadi gula oleh bakteri dan kemudian dijadikan sebagai sumber energi.⁶⁸

Teh hijau memiliki kandungan yang sangat banyak fungsinya. Salah satu kandungan teh yang paling banyak kegunaannya adalah polifenol atau *tannin*. Polifenol ini mengandung katekin, *epigallocatechin gallate (EGCg)* dan *epicatechin gallate (ECg)*, serta *gallo catechin* yang merupakan subkelas dari *flavanols*. EGCg dan ECg dapat menghambat kerja dari enzim *glucosyltransferase* dari *S.mutans* serta menghambat kerja enzim kolagenase dari *Phorphyromonas gingivalis* yang merupakan bakteri periodontopatik. Sedangkan katekin mengandung *galloyl radical* atau *pyrogallol* yang dapat menghambat aktivitas enzim *Lactate Dehidrogenase (LDH)* atau enzim menghasilkan asam milik bakteri dengan cara berikatan dengan enzim tersebut.^{8,69,70,71} Padahal enzim *glucosyltransferase* diperlukan oleh bakteri untuk melekat pada suatu permukaan guna membentuk biofilm.⁷² Bila bakteri tidak dapat melekat pada pelikel maka tidak dapat membentuk koloni yang besar sehingga plak gigi pun akan berkurang. Ketidakmampuan bakteri

untuk melekat juga dapat membunuh bakteri itu sendiri karena bakteri tidak akan memperoleh sukrosa sebagai sumber makanannya.⁵

2.8. Kerangka Teori



Gambar 2.7. Kerangka teori dari pembentukan dan kontrol plak gigi serta peran komponen teh

Pembentukan plak gigi yang dimulai dari pembentukan pelikel sampai terjadinya maturasi plak dapat dicegah dengan kontrol plak. Semua jenis teh memiliki polifenol, akan tetapi teh hijau memiliki senyawa polifenol yang cukup tinggi jika dibandingkan dengan teh jenis lainnya. Salah satu komponen polifenol yang terbesar dan paling berperan penting untuk kesehatan adalah katekin. Senyawa katekin tersebut terdiri dari katekin (C), epikatekin (EC), epikatekin galat (ECG), epigalokatekin (EGC), galokatekin (GC), galokatekin galat (GCG), dan epigalokatekin galat (EGCG). Senyawa katekin ini berfungsi menghambat kerja dari enzim bakteri *Streptokokus kariogenik*, yaitu enzim glukosiltransferase, yang mensintesis glukukan dari sukrosa. Glukan ini berperan penting dalam proses perlekatan bakteri ke pelikel gigi. Dengan terhambatnya kerja enzim ini, maka proses perlekatan bakteri ke pelikel gigi akan terhambat, sehingga mencegah proses kolonisasi awal pada pembentukan plak gigi. Dengan terhambatnya proses kolonisasi awal ini, maka proses selanjutnya yaitu proses kolonisasi sekunder yang ditandai dengan terjadinya koagregasi bakteri-bakteri lain ke bakteri-bakteri pada kolonisasi awal dan proses maturasi plak gigi akan terhambat pula, sehingga pembentukan plak gigi secara keseluruhan akan terhambat.