

METABOLISME KATEKIN TEH HIJAU DAN MANFAAT KESEHATAN TERHADAP OBESITAS

Linda Trivana¹, Muhammad Nur¹, dan Siti Cholaifatul Rosidah²

¹Balai Pengujian Standar Instrumen Tanaman Palma

²Balai Basar Karantina Pertanian Surabaya

Konsumsi teh hijau dapat menurunkan tingkat lemak tubuh. Teh hijau mengandung senyawa yang memiliki efek antiobesitas yaitu dari golongan polifenol khususnya katekin. Mekanisme katekin teh hijau dalam mempengaruhi berat badan dan komposisi tubuh adalah melalui termogenesis dan oksidasi lemak. Mekanisme potensial lainnya antara lain melalui pengaturan nafsu makan, regulasi enzim yang terlibat dalam metabolisme lipid hati, dan penurunan penyerapan nutrisi. Katekin meningkatkan adinopektin yang terlibat dalam metabolisme asam lemak dan glukosa serta penurunan berat badan pada jaringan adiposa. Sementara itu, pada mitokondria, efek katekin teh hijau khususnya (-)-epigallocatechin-3-gallate (EGCG) terhadap lemak tubuh adalah dengan penghambatan malonyl-CoA yang secara langsung menurunkan sintesis asam lemak, penghambatan asam lemak sintase (FAS) yang mencegah akumulasi lemak, serta secara bersamaan mengurangi penghambatan karnitin transferase I, sehingga memungkinkan lebih banyak asam lemak masuk ke matriks mitokondria yang secara efektif meningkatkan β -oksidasi (membakar lemak) menjadi ATP. Lebih lanjut, EGCG memberikan efek penghambatan penyerapan lipid di lumen usus sehingga mengurangi jumlah lipid yang memasuki aliran darah, dan akhirnya disimpan sebagai TAG. Mekanisme *shorter term* katekin teh hijau dalam penurunan tingkat lemak tubuh adalah dengan cara menghambat enzim catechol o-methyltransferase (COMT), meningkatkan katekolamin yang berperan penting dalam regulasi pengeluaran energi (termogenesis) dan lipolysis (pemecahan trigliserida menjadi asam lemak bebas). Sementara secara *longer term*, teh hijau diduga memiliki efek langsung pada peningkatan ekspresi gen yang spesifik untuk enzim metabolisme lemak tidak hanya di hati dan jaringan adiposa tetapi juga di otot rangka.

Obesitas/kelebihan berat badan banyak terjadi di negara berkembang dan dapat menyebabkan komplikasi dari berbagai penyakit seperti diabetes tipe 2, hipertensi, dan kardiovaskular (Zalesin *et al.* 2011). Obesitas menyebabkan sekitar 4% dari total penyebab kecacatan dan kematian pada laki-laki dan perempuan (James *et al.* 2001). Dengan demikian, penurunan lemak tubuh memiliki potensi besar untuk meningkatkan kesehatan dan umur panjang serta dapat mencegah atau memperbaiki banyak komplikasi yang terkait dengan diabetes melitus tipe 2 dan sindrom metabolik (Church 2011). Teh telah banyak digunakan sebagai penekan nafsu makan sehingga asupan kalori dapat dikurangi, meningkatkan oksidasi lemak dan mengurangi penyerapan lemak (Rietveld & Wiseman 2003).

Teh hijau (*Camellia sinensis*) merupakan salah satu jenis teh yang



direkomendasikan dan dikonsumsi di dunia sebagai minuman sehari-hari yang memberikan manfaat kesehatan (Ferreira *et al.* 2020). *C. sinensis* banyak mengandung polifenol (Saeed *et al.* 2017) diantaranya katekin yang termasuk dalam golongan flavonoid. Flavonoid membentuk komposisi utama daun teh, terdiri dari sekitar 35-37% dari berat kering (Jain *et al.* 2013).

Teh hijau yang diseduh dengan air panas, sekitar sepertiganya adalah

polifenol, umumnya dikenal sebagai katekin. Polifenol utama pada teh adalah (-)-epigallocatechin-3-gallate (EGCG), (-)-epigallocatechin (EGC), (-)-epicatechin-3-gallate (ECG) dan (-)-epicatechin (EC) (Yang & Pan 2012). EGCG menyumbang 50-75% dari total katekin, dan sisanya terdiri dari EGC, ECG, EC, dan katekin kecil lainnya. Oleh karena itu, secangkir teh hijau yang baru diseduh dapat mengandung 130-180 mg EGCG. Katekin diketahui memiliki aktivitas sebagai antioksidan, antiinflamasi, antivirus, antitumor, antidiabetes, antiobesitas, dan hepatoprotektor (Albuquerque *et al.* 2016; Molina *et al.* 2015).

Teh hijau memiliki peran penting dalam metabolisme jaringan seperti jaringan adiposa, otot, dan hati (Rocha *et al.* 2016). Efek oksidasi lemak utama teh hijau diduga karena katekin bioaktif yaitu epigallocatechin

Tabel 1 Klasifikasi *underweight*, *overweight*, dan obesitas menurut BMI

Klasifikasi	BM (kg/m ²)
Kurus (<i>Underweight</i>)	<18,50
Sangat kurus (<i>Severe thinness</i>)	<16,00
Kurus (<i>Moderate thinness</i>)	16,00-16,99
Agak Kurus (<i>Mild thinness</i>)	17,00-18,49
Normal (<i>Normal range</i>)	18,50-24,99
Gemuk (<i>Overweight</i>)	25,00-29,99
Pra-obesitas (<i>Pre-obese</i>)	25,00-29,99
Obesitas (<i>Obese</i>)	≥30,00
Obesitas kelas I (<i>Obese class I</i>)	30,00-34,99
Obesitas kelas II (<i>Obese class II</i>)	35,00-39,99
Obesitas kelas III (<i>Obese class III</i>)	≥40,00

Sumber: WHO (2004)

gallate (EGCG). Beberapa penelitian terbaru menunjukkan bahwa konsumsi ekstrak teh hijau atau EGCG secara signifikan menurunkan berat badan, menurunkan gula darah, dan meningkatkan sensitivitas insulin atau toleran glukosa di tikus yang dibandingkan dengan makanan tinggi lemak atau hewan uji diabetes/obesitas. Bose *et al.* (2008) menyatakan bahwa suplemen dengan EGCG (3,2 g/kg diet) selama 16 minggu secara signifikan dapat menurunkan berat badan, persen lemak tubuh, dan lemak visceral mencit dibandingkan dengan perlakuan tanpa EGCG. Yang *et al.* (2001) dan Muramatsu *et al.* (1986) melaporkan bahwa senyawa polifenol yang ditemukan dalam ekstrak teh hijau seperti (-)-epigallocatechin-3-gallate (EGCG) meningkatkan kadar lemak pada feses tikus yang diberi makan lemak tinggi. EGCG juga telah terbukti meningkatkan ekskresi kolesterol feses dan ekskresi lemak feses pada tikus yang diberi makan lemak tinggi/kolesterol tinggi jika dibandingkan dengan kontrol. Sejumlah besar data menunjukkan bahwa salah satu mekanisme yang digunakan polifenol teh untuk melawan obesitas dan hiperlipidemia adalah dengan memodifikasi emulsifikasi lemak makanan di saluran pencernaan dan menghambat lipolisis gastrointestinal (Cha *et al.* 2012; Shishikura *et al.* 2006) dan EGCG secara signifikan menurunkan berat badan dan massa jaringan adiposa, menurunkan kadar

trigliserida plasma dan lemak hati (Lee *et al.* 2009).

Obesitas

Obesitas didefinisikan sebagai akumulasi lemak abnormal atau berlebihan yang secara negatif mempengaruhi kesehatan dan meningkatkan mortalitas (Gonzalez & Rodriguez 2011). Indeks massa tubuh (BMI) adalah indeks sederhana yang sering digunakan untuk menilai apakah seseorang mengalami obesitas. BMI adalah unisex, indeks yang tidak tergantung usia yang dapat dihitung dengan membagi berat badan dengan kuadrat tinggi diukur dalam meter dan merupakan indikator risiko kesehatan yang wajar. WHO telah menetapkan klasifikasi BMI yang disajikan pada Tabel 1.

Obesitas dapat menyebabkan komplikasi dari penyakit seperti diabetes tipe 2, hipertensi, dan kardiovaskular (Zalesin *et al.* 2011). Peningkatan lemak tubuh akan membatasi aktivitas fisik, mengubah gaya hidup, dan menurunkan rekreasi aktivitas fisik. Beberapa faktor yang menyebabkan atau berkontribusi terhadap obesitas atau kelebihan berat badan, yaitu gaya hidup, faktor keturunan, *birth body weight*, umur, faktor psikologis, hormon yang abnormal, aktivitas fisik, obat, status sosial-ekonomi, makanan berlemak, *dietary habit*, lingkungan, dan jenis kelamin. Beberapa faktor di atas tidak dapat diubah, namun beberapa faktor seperti kebiasaan diet dan tingkat aktivitas fisik dapat ditingkatkan

untuk menurunkan berat badan atau mencegah obesitas. Pencegahan obesitas dan kelebihan berat badan dapat dicapai dengan mempertahankan makan sehat dan berpartisipasi dalam aktivitas fisik yang teratur. Obesitas akan terjadi jika asupan energi dan pengeluaran energi tidak seimbang (Gahreman 2012).

Teh (*Camellia sinensis* L.)

Indonesia memiliki perkebunan teh yang cukup luas dan merupakan salah satu komoditas ekspor nonmigas yang menjadi penghasil devisa bagi Indonesia. Indonesia menjadi salah satu dari lima negara penghasil dan pengekspor teh utama di dunia, yaitu India, Cina, Sri Lanka, dan Kenya (Ditjenbun, 2006). Tanaman teh yang dibudidayakan secara komersial terdiri atas dua varietas utama, yaitu *C. sinensis* (L.) O. Kuntze var. *sinensis* dan *C. sinensis* (Master) Kitamura var. *assamica*. *C. sinensis* (L.) O. Kuntze var. *sinensis* mempunyai daya tahan yang baik terhadap cuaca dingin maupun panas. Varietas ini banyak dibudidayakan di Cina dan Jepang untuk membuat teh hijau. Sementara itu, *C. sinensis* (Master) Kitamura var. *assamica* mempunyai produktivitas dan kualitas yang lebih baik. Varietas ini banyak dibudidayakan di negara-negara produsen teh seperti India, Sri Lanka, Kenya, dan Indonesia (Rohdiana, 2015).

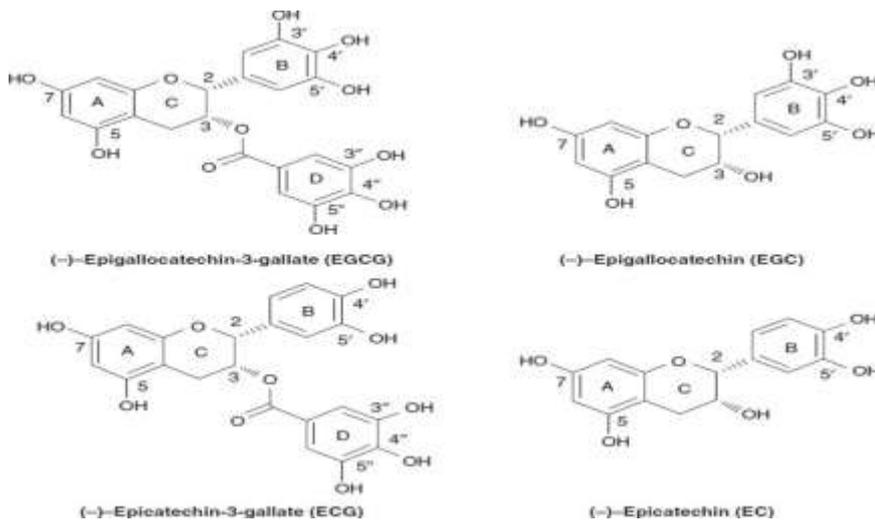
Teh, yang berasal dari *C. sinensis*, sangat populer di berbagai wilayah di dunia dan saat ini digolongkan sebagai salah satu minuman yang paling sering dikonsumsi (Khan & Mukhtar, 2013). Menurut proses pembuatannya, teh dapat dikategorikan menjadi tiga jenis, yaitu teh hijau tidak difermentasi (oksidasi dicegah dengan mengukus daun segar), teh oolong semi fermentasi (daun sebagian difermentasi sebelum pengeringan), dan teh hitam atau merah hampir seluruhnya difermentasi sebelum dikukus dan dikeringkan (Cabrera *et al.* 2006).

Komposisi utama daun teh adalah flavonoid sekitar sekitar 35-37% dari berat kering. Komponen lainnya diantaranya adalah theaflavin

Tabel 2 Komponen teh hijau

Senyawa	Komponen
Protein (15-20% berat kering)	Enzim
Asam amino (1-4% berat kering)	Theanin (turunan Glutamin), Glu, Trp Gly, Ser, Asp, Tyr, Val, Leu, Thr, Arg, Lys
Karbohidrat (5-7% berat kering)	selulosa, pektin, glukosa, fruktosa, sukrosa
Lipid (7% berat kering)	asam linoleat, α -asam linolenat
Sterols	stigmasterol
Vitamin	B, C, E
Xanthin bases	kafein (3-6% berat kering teh seduh), theophylline
Pigments (2% berat kering)	klorofil, karotenoid
Komponen volatil	aldehida, alkohol, ester, lakton, hidrokarbon
Mineral dan trace elements (5% berat kering)	Ca, Mg, Cr, Mn, Fe, Cu, Zn, Mo, Se, Na, P, Co, Sr, Ni, K, F, Al
Polifenol (30% berat kering)	Epigallokatekin gallat, epigallokatekin, epikatekin, katekin, katekin gallat, galloktekin, galloktekin gallat

Sumber: Thavanesan (2011)



Gambar 1 Struktur kimia katekin teh (Yang & Pan 2012)

dan thearubigin, katekin, alkaloid, dan poliamina bersama-sama dengan asam amino baik protein maupun non-protein merupakan sebagian besar komponen bioaktif penting (Jain et al., 2013). Komponen teh hijau disajikan pada Tabel 2.

Ketika teh hijau diseduh dalam air panas, sekitar sepertiganya adalah polifenol, umumnya dikenal sebagai katekin. Polifenol teh utama adalah (-)- epigallocatechin-3-gallate (EGCG), (-)-epigallocatechin (EGC), (-)-epicatechin-3-gallate (ECG) dan (-)-epicatechin (EC) (Yang & Pan 2012). Struktur kimia katekin teh ditunjukkan pada Gambar 1.

Proporsi komponen bioaktif teh tergantung pada varietas tanaman teh, kondisi iklim, waktu panen, serta wilayah pertumbuhan geografis (Lin et al., 2003; Vuong et al., 2011). Perbedaan kandungan katekin, teanin, dan kafein dalam daun teh *var. sinensis* dan *var. assamica* (g/100 g daun kering) ditampilkan dalam Tabel 3.

Mekanisme Teh Hijau Sebagai Antiobesitas

Mekanisme katekin teh hijau dalam mempengaruhi berat badan dan komposisi tubuh adalah dengan termogenesis dan oksidasi substrat,

yang keduanya dimediasi oleh aktivitas sistem saraf simpatik. Mekanisme potensial lainnya termasuk modifikasi dalam pengaturan nafsu makan, regulasi enzim yang terlibat dalam metabolisme lipid hati, dan penurunan penyerapan nutrisi. Mekanisme teh hijau sebagai antiobesitas ditunjukkan pada Gambar 2.

Sistem syaraf simpatis (SNS) berperan penting dalam regulasi pengeluaran energi dan lipolisis. Keberadaan norepinefrin (NE) adalah mediator utama aktivitas SNS, meningkatkan pengeluaran energi, dan meningkatkan oksidasi lemak. Borchardt dan Huber (1975) membuktikan bahwa katekin teh hijau menghambat enzim catechol o-methyltransferase (COMT) yaitu enzim yang mendegradasi norepinephrine (NE).

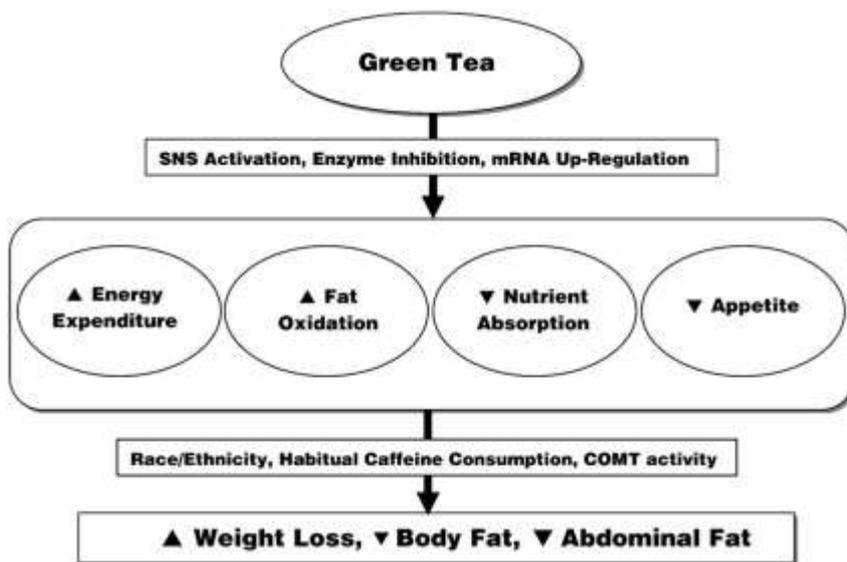
Teh hijau dan katekin menunjukkan peran kunci dalam oksidasi asam lemak dan penurunan berat badan (Kao et al. 2006; Moon et al. 2007, Bruno et al. 2008). Dibawah pengaruh SNS, NE menstimulasi lipolisis dalam jaringan perifer (adiposa, hati, otot rangka), melepaskan asam lemak bebas ke dalam sirkulasi dan meningkatkan metabolisme lipid hepatic. Peningkatan simulasi simpatis dengan penghambatan COMT dan fosfodiesterase, secara teoritis diharapkan dapat meningkatkan oksidasi lemak (Boschman et al. 2007). Peningkatan oksidasi lemak dapat menurunkan berat badan, lemak tubuh, dan lemak perut.

Status energi dalam hati, terutama produksi ATP dapat memicu sinyal ke pusat nafsu makan yang mengatur otak oleh neuron sensorik vagal (Maki et al. 2009). Dengan demikian, ketika oksidasi asam lemak hati rendah dan terjadi penurunan tingkat ATP secara bersamaan maka nafsu makan meningkat. Peningkatan oksidasi asam lemak hati, telah terbukti mengurangi asupan makanan pada subyek manusia (Kamphuis et al. 2003). Katekin teh hijau dapat meningkatkan oksidasi lemak hati, maka nafsu makan dapat diubah oleh katekin teh hijau. Nafsu makan yang

Tabel 3 Kandungan katekin, teanin, dan kafein dalam daun teh *var. sinensis* dan *var. assamica* (g/100 g daun kering)

Varietas	Katekin					Teanin	Kafein
	(+)-K	(-)-EK	(-)-EGK	(-)-EKG	(-)-EGKG		
Sinensis	0,07	1,13	2,38	1,35	8,59	1,21	2,78
Assamica	0,02	1,44	0,35	3,35	12,10	1,43	2,44

Sumber: Rohdiana (2015)



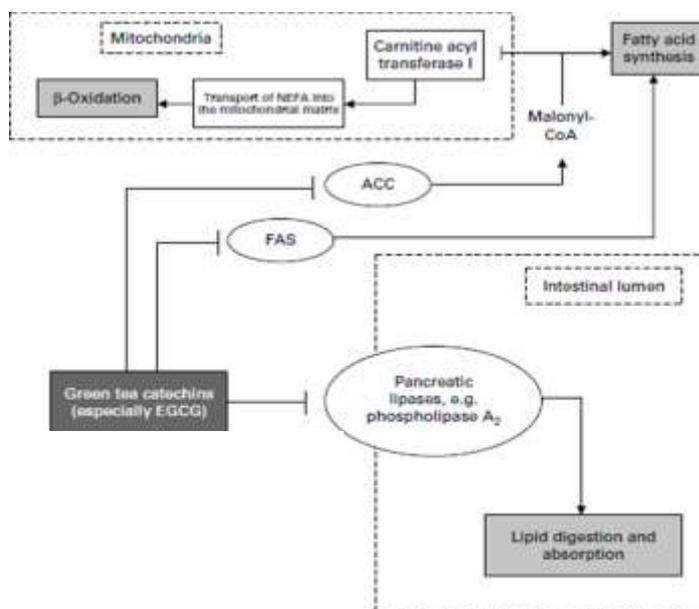
Gambar 2 Mekanisme teh hijau sebagai antiobesitas (Rains et al. 2011)

menurun akan mengurangi lemak tubuh dan lemak perut karena digunakan untuk oksidasi lemak menghasilkan ATP dan menyebabkan penurunan berat badan.

Penurunan penyerapan nutrisi dalam saluran pencernaan diduga merupakan mekanisme potensial yang menjelaskan efek antiobesitas dari katekin teh hijau. Data *in vitro* menunjukkan bahwa katekin teh hijau dapat mengurangi penyerapan glukosa dengan menghambat enzim pencernaan yang terlibat dalam pencernaan nutrisi, khususnya aktivitas α -amilase dan α -glukosidase

(Matsumoto *et al.* 1993). Studi seluler juga menunjukkan bahwa katekin teh hijau menurunkan pengambilan glukosa dalam sel-sel usus dan menghambat transporter Na-glukosa (Johnson *et al.* 2005). Katekin teh hijau juga dapat mengganggu pencernaan dan penyerapan lemak. Chan *et al.* (1999) menyatakan bahwa hamster yang diberi katekin teh hijau menghasilkan feses dengan peningkatan konsentrasi total asam lemak, sterol netral, dan sterol asam dibandingkan dengan kelompok kontrol.

Beberapa studi epidemiologis



Gambar 3 Pengaruh teh hijau terhadap lemak tubuh (Thavanesan 2011).

mengungkapkan terdapat efek menguntungkan dari teh dan EGCG terhadap obesitas pada manusia, walaupun hasilnya tidak selalupositif pada uji klinis (Suzuki *et al.* 2016). Lebih lanjut, Baladia *et al.* (2014) melakukan tinjauan sistematis dan meta-analisis menemukan bahwa ekstrak teh hijau tidak berpengaruh nyata terhadap berat badan orang dewasa yang kelebihan berat badan atau obesitas tetapi ada efek kecil pada penurunan persentase massa lemak.

Peran Katekin Teh Hijau pada Jaringan Adiposa

Adiposit merupakan tempat penyimpanan energi utama dalam bentuk trigliserida dan merupakan organ endokrin yang sangat penting yang mengatur homeostasis dengan melepaskan hormon penting seperti adiponektin (Trayhurn dan Wood 2004). Adinopektin adalah adipokin yang dikeluarkan dari jaringan adiposa dan mengandung 244 asam amino, dan merupakan 0,01% dari total protein plasma (Izadi *et al.* 2013). Adinopektin terlibat dalam metabolisme asam lemak dan glukosa serta sensitivitas insulin dan penurunan berat badan (Kao *et al.* 2006; Moon *et al.* 2007). Obesitas menyebabkan penurunan tingkat adiponektin dan meningkatkan risiko peradangan yang berhubungan dengan sindrom metabolik (Izadi *et al.* 2013). Faktor-faktor yang mempengaruhi kadar adiponektin adalah yang berhubungan dengan makanan termasuk makanan penurunan berat badan, pola makan sehat, serta protein dan *polyunsaturated fatty acid* (PUFA). Selain pola makan dan makronutrien, beberapa minuman seperti kopi dan teh hijau menunjukkan peran positif dalam meningkatkan kadar adiponektin.

Leptin merupakan hormon disekresikan jaringan adiposa lain yang mengandung 146 peptida asam amino. Leptin mengatur nafsu makan, pengeluaran energi, termogenesis, dan pengaturan berat badan. Leptin juga mengatur asupan makanan, aksi insulin, dan oksidasi asam lemak bebas (Kratz *et al.* 2002). Obesitas berhubungan positif dengan

peningkatan leptin. Obesitas dapat menyebabkan keadaan resistensi leptin. Resistensi leptin disebabkan oleh inaktivasi reseptor leptin yang mengarah risiko obesitas. Oleh karena itu, setiap terapi nutrisi yang meningkatkan aksi leptin di sistem saraf pusat harus mengurangi asupan makanan, massa makanan, dan konsentrasi leptin yang bersirkulasi. Diet mempengaruhi konsentrasi leptin. Makanan rendah kalori, asupan tinggi omega-3 PUFA, dan asupan karbohidrat dikaitkan dengan tingkat leptin atau sensitivitas leptin yang lebih tinggi (Kratz *et al.* 2002).

Mekanisme Efek Teh Hijau pada Lemak Tubuh

Pengaruh katekin teh hijau khususnya EGCG terhadap lemak tubuh ditunjukkan pada Gambar 3. Model ini mempertimbangkan dua komponen yang bekerja secara terpisah, yaitu mitokondria dan lumen usus. EGCG dapat menghambat FAS (enzim utama dalam sintesis asam lemak dari malonyl-CoA dan acetyl-CoA menjadi TAG), dan menghambat enzim ACC (acetyl-CoA carboxylase). Enzim ACC merupakan enzim kunci dalam sintesis asam lemak yang disimpan sebagai TAG. Penurunan malonyl-coA terjadi karena terhambatnya aktivitas enzim ACC. Penurunan malonyl-CoA secara langsung menurunkan sintesis asam lemak (Thavanesan 2011). Penurunan lemak di tingkat mitokondria terjadi melalui pengurangan malonyl-CoA yang secara langsung akan menurunkan sintesis asam lemak dan ditambah dengan penghambatan asam lemak sintase (FAS) yang mencegah akumulasi lemak. Sementara itu, secara bersamaan mengurangi penghambatan karnitin transferase I, sehingga memungkinkan lebih banyak asam lemak untuk memasuki matriks mitokondria dan secara efektif meningkatkan β -oksidasi (membakar lemak) menjadi ATP.

Polifenol seperti EGCG menghambat lipase pankreas seperti fosfolipase yang bertindak langsung di dalam lumen usus. Fosfolipase berperan dalam pencernaan dan

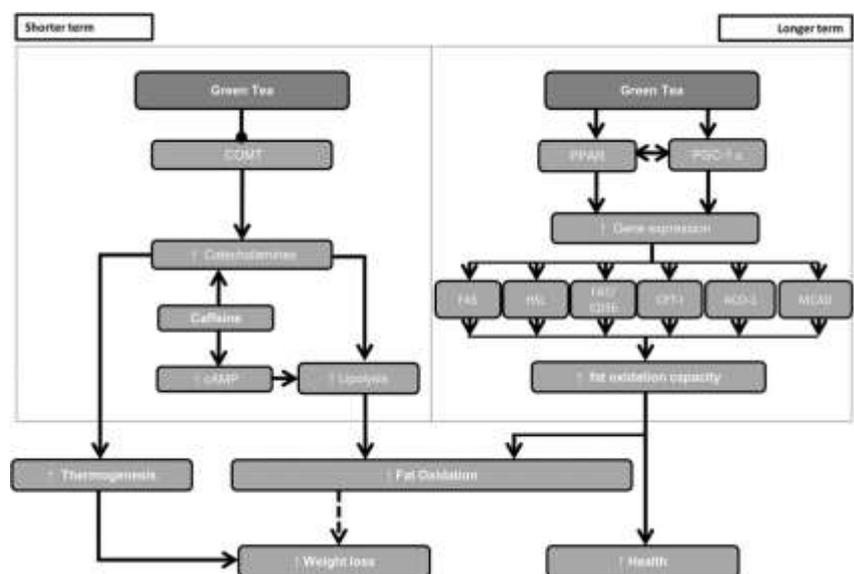
penyerapan lipid. EGCG akan menghambat penyerapan lipid, mengurangi jumlah lipid yang memasuki aliran darah, dan akhirnya disimpan sebagai TAG. Jika fosfolipase dihambat, maka terjadi penurunan penyerapan lipid dan peningkatan ekskresi. Prinsipnya, jika lemak yang diambil berkurang maka dapat membantu mengurangi berat badan dan menurunkan lemak tubuh (Thavanesan 2011). EGCG dapat menghambat FAS (enzim utama dalam sintesis asam lemak dari malonyl-CoA dan acetyl-CoA menjadi TAG), dan menghambat enzim ACC. Enzim ACC yang merupakan enzim kunci dalam sintesis asam lemak yang disimpan sebagai TAG. Penurunan malonyl-coA terjadi sebagai akibat terhambatnya aktivitas enzim ACC. Penurunan malonyl-CoA secara langsung menurunkan sintesis asam lemak (Thavanesan 2011).

Mekanisme Shorter Term dan Longer Term Teh hijau

Mekanisme pengaruh ekstrak teh hijau dalam jangka pendek (*shorter term*) dalam penurunan lipid terjadi melalui penghambatan enzim catechol o- methyltransferase (COMT) yaitu enzim yang mendegradasi sejumlah neurotransmitter katekolamin termasuk noradrenalin (kunci dalam homeostasis lemak). Konsentrasi katekolamin di dalam

darah akan meningkat sehingga meningkatkan SNS yang berperan penting dalam regulasi pengeluaran energi (*termogenesis*) dan lipolisis (pemecahan trigliserida menjadi asam lemak bebas). Termogenesis adalah peningkatan pengeluaran energi oleh aktivitas SNS melalui pemompaan proton yang membawa asam lemak keluar dari membran dalam dan dikonversi menjadi energi panas. Asam lemak bebas hasil lipolisis akan mengalami β -oksidasi (oksidasi asam lemak) menghasilkan energi (ATP) menyebabkan penurunan berat badan (Diepvens *et al.* 2007).

Mekanisme pengaruh ekstrak teh hijau dalam jangka panjang (*longer term*) berbeda dengan mekanisme *shorter term*, dimana oksidasi lemak dijelaskan melalui ekspresi gen spesifik-metabolisme lemak. Pengujian pada hewan menunjukkan bahwa ekstrak teh hijau secara long term ekstrak teh hijau menurunkan gen adipogenik seperti PPAR γ , *Ccaat-enhancer binding protein- α* (C/EBP α), *sterol regulatory element binding protein-1c* (SREBP-1c), *activated protein 2* (ap2), lipoprotein lipase, dan FA Synthase (FAS). Selain itu, secara *longer term*, ekstrak teh hijau meningkatkan ekspresi mRNA untuk lipolitik dan enzim β -oksidasi di hati dan jaringan adiposa seperti *carnitine palmitoyl transporter 1* (CPT-1), *hormone-sensitive lipase* (HSL), dan trigliserida lipase adiposa serta EGCG



Gambar 4 Mekanisme shorter term dan longer term teh hijau (Hodgson *et al.* 2013)

teh hijau dapat mengubah ekspresi mRNA spesifik untuk enzim metabolisme lemak pada otot yaitu MCAD, NRF-1, UCP3 dan PPAR α . Ini menunjukkan bahwa secara *longer term*, teh hijau diduga memiliki efek langsung pada peningkatan ekspresi gen yang spesifik untuk enzim metabolisme lemak tidak hanya di hati dan jaringan adiposa tetapi juga di otot rangka. EGCG meningkatkan ekspresi *hormone-sensitive lipase* (HSL) dan *carnitine palmitoyltransferase-1* (CPT-1) yang merupakan enzim utama yang terlibat dalam β -oksidasi asam lemak dalam sel (Hodgson *et al.* 2013). Mekanisme pengaruh *shorter term* dan *longer term* dari teh hijau ditunjukkan pada Gambar 4.

PENUTUP

Konsumsi teh hijau dapat menurunkan tingkat lemak tubuh. Teh hijau mengandung senyawa yang memiliki efek antiobesitas yaitu dari golongan polifenol khususnya katekin. Mekanisme katekin teh hijau dalam mempengaruhi berat badan dan komposisi tubuh dengan termogenesis dan oksidasi lemak yang keduanya dimediasi oleh aktivitas sistem saraf simpatik. Sistem saraf simpatis (SNS) berperan penting dalam regulasi pengeluaran energi dan lipolisis. Mekanisme potensial lainnya antara lain pengaturan nafsu makan, regulasi enzim yang terlibat dalam metabolisme lipid, dan penurunan penyerapan nutrisi.

DAFTAR PUSTAKA

- Albuquerque, K.F.F.S., Marinovic, M.P., Morandi, A.C., Bolin, A.P., Otton, R. 2016. Green tea polyphenol extract in vivo attenuates inflammatory features of neutrophils from obese rats. *European Journal of Nutrition* 55(3): 1261-1274.
- Baladia, E., Basulto, J., Manera, M., Martinez, R., Calbet, D. 2014. Effect of green tea or green tea extract consumption on body weight and body composition; systematic review and meta-analysis. *Nutr. Hosp.* 29: 479-490.
- Boschmann, M., Thielecke, F. 2007. The effects of epigallocatechin-3-gallate on thermogenesis and fat oxidation in obese men: a pilot study. *J. Am. Coll. Nutr.* 26(4): 389-395
- Bose, M., Lambert, J.D., Ju, J. 2008. The major green tea polyphenol, (-)-epigallocatechin-3-gallate, inhibits obesity, metabolic syndrome, and fatty liver disease in high fat fed mice. *J. Nutr.* 138: 1677-1683.
- Bruno, R.S., Dugan, C.E., Smyth, J.A., DiNatale, D.A., Koo, S.I. 2008. Green tea extract protects leptin-deficient, spontaneously obese mice from hepatic steatosis and injury. *J. Nutr.* 138: 323-331.
- Cabrera, C., Artacho, R., Gimenez, R. 2006. Beneficial effects of green tea-a review. *J. Am. Coll. Nutr.* 25:79-99.
- Cha, K.H., Song, D.G., Kim, S.M. 2012. Inhibition of gastrointestinal lipolysis by green tea, coffee, and gomchui (*Ligularia fischeri*) tea polyphenols during simulated digestion. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 60(29):7152-7157.
- Church, T. 2011. Exercise in obesity, metabolic syndrome, and diabetes. *Prog. Cardiovasc Dis.* 53(6): 412-418.
- Dullo, A. 2002. Biomedicine, a sympathetic defense against obesity. *Science* 297: 780-781.
- Ferreira, L.T., de Saosa Filho, C.P.B., Marinovic, M.P., Rodrigues, A.C., Otton, R. 2020. Green tea polyphenols positively impact hepatic metabolism of adiponectin knockout lean mice. *Journal of Functional Foods* 64:1-10.
- Gahreman, D.E. 2012. Effects of green tea extract and high intensity intermittent exercise on fat metabolism. *Thesis*. University of New South Wales.
- Gonzalez, C.M., Rodriguez, C.A. 2011. Dietary phytochemicals and their potential effects on obesity: a review. *Pharmacol Res.* 64: 438-455.
- Hodgson, A.B., Rebecca, K. Randell, Jeukendrup, A.E. 2013. The effect of green tea extract on fat oxidation at rest and during exercise: evidence of efficacy and proposed mechanisms. *Adv Nutr.* 4: 129-140.
- Izadi, V., Larijani, B., Azadbakht, L. 2018. Is coffee and green tea consumption related to serum levels of adiponectin and leptin. *International Journal of Preventive Medicine* 9: 1-7.
- Jain, A.K., Thanki, K., Jain, S. 2013. Coencapsulation of tamoxifen and quercetin in polymeric nanoparticles: implications on oral bioavailability, anti-tumor efficacy and drug induced toxicity. *Mol Pharm* 10: 3459-3474.
- James, P.T.R., Leach, E., Kalamara, Shayeghi, M. 2001. The worldwide obesity epidemic. *Obes Res* 9(4): 228-233.
- Khan, N., Mukhtar, H. 2013. Tea and health: studies in humans. *Current Pharmaceutical design* 19(34): 6141-6147.
- Kamphuis, M.M.J.W., Mela, D.J., Westerterp-Plantenga, M.S. 2003. Diacylglycerols affect substrate oxidation and appetite in humans. *Am J Clin Nutr* 77:1133-1139.
- Kao, Y.H., Chang, H.H., Lee, M.J., Chen, C.L. 2006. Tea, obesity, and diabetes. *Mol Nutr Food Res.* 50: 188-210.
- Kratz, M., Von Eckardstein, A., Fobker, M., Buyken, A., Posny, N., Schulte, H. 2002. The impact of dietary fat composition on serum leptin concentrations in healthy nonobese men and women. *J. Clin Endocrinol Metab* 87: 5008-5014.
- Lee, M.S., Kim, C.T., Kim, Y. 2009. Green tea (-)-epigallocatechin-3-gallate reduces body weight with regulation of multiple genes expression in adipose tissue of diet-induced obese mice. *Ann Nutr Metab* 54:151-157.
- Lin, Y.S., Tsai, Y.J., Tsay, J.S., Lin, J.K. 2003. Factors affecting the levels of tea polyphenols and

- caffeine in tea leaves. *J. Agri Food Chem.* 51: 1864-1873.
- Maki, K.C., Reeves, M.S., Farmer, M. 2009. Green tea catechin consumption enhances exercise induced abdominal fat loss in overweight and obese adults. *J. Nutr.* 139:264-270.
- Matsumoto, N., Ishigaki, F., Ishigaki, A., Iwashina, H., Hard, Y. 1993. Reduction of blood glucose levels by tea catechin. *Biosci Biotech Biochem* 57: 525-527.
- Molina, N., Bolin, A.P., Otton, R. 2015. Green tea polyphenols change the profile of inflammatory cytokine release from lymphocytes of obese and lean rats and protect against oxidative damage. *International Immunopharmacology* 28(2): 985-996.
- Moon, H.S., Lee, H.G., Choi, Y.J., Kim, T.G., Cho, C.S. 2007. Proposed mechanisms of (-)-epigallocatechin-3-gallate for anti-obesity. *Chem Biol Interact* 167: 85- 98.
- Muramatsu, K., Fukuyo, M., Hara, Y. 1986. Effect of green tea catechins on plasma cholesterol level in cholesterol fed rats. *Journal of Nutritional Science and Vitaminology* 32(6): 613-622.
- Rains, T.M., Agarwal, S., Maki, K.C. 2011. Antiobesity effects of green tea catechins: a mechanistic review. *Journal of Nutritional Biochemistry* 22: 1-7.
- Rietveld, A., Wiseman, S. 2003. Antioxidant effects of tea: evidence from human clinical trials. *Journal Nutrition* 133(10): 3285-3292.
- Rocha, A., Bolin, A.P., Cardoso, C.A.L. Otton, R. 2016. Green tea extract activates AMPK and ameliorates white adipose tissue metabolic dysfunction induced by obesity. *European Journal of Nutrition* 55(7): 2231-2244.
- Rohdiana, D. 2015. Teh: proses, karakteristik, dan komponen fungsionalnya. *FOODREVIEW INDONESIA*.
- Shishikura, Y., Khokhar, S., Murray, B.S. 2006 Effect of tea polyphenols on emulsification of olive oil in a small intestine model system. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 54(5): 1906-1913.
- Suzuki, T., Pervin, M., Goto, S., Isemura, M., Nakamura, Y. 2016. Beneficial effects of tea and green tea catechin epigallocatechin-3-gallate on obesity. *Molecules Journal* 21(10): 1-13.
- Thavanesan, N. 2011. The putative effects of green tea on body fat: an evaluation of the evidence and a review of the potential mechanisms. *British Journal of Nutrition* 106: 1297-1309.
- Trayhurn, P., Wood, I.S. 2004. Adipokines: inflammation and the pleiotropic role of white adipose tissue. *British Journal of Nutrition* 92(3): 347-355.
- Vuong, Q.V., Bowyer, M.C., Roach, P.D. 2011. L-theanine: properties, synthesis, and isolation from tea. *J. Sci. Food Agric.* 91: 1931-1939.
- Wang, S., Moustaid-Mussa, N., Chen, L., Mo, H., Shastri, A., Su, R. 2014. Novel insights of dietary polyphenols and obesity. *J. Nutr. Biochem.* 25(1): 1-18.
- Yang, M.H., Wang, C.H., Chen, H.L. 2001. Green, oolong, and black tea extracts modulate lipid metabolism in hyperlipidemia rats fed high sucrose diet. *Journal of Nutritional Biochemistry* 12(1): 14-20.
- Yang, C.S., Pan, E. 2012. The effects of green tea polyphenols on drug metabolism. *Expert Opin. Drug Metab. Toxicol* 8(6): 677-689.
- Zalesin, K.C., Franklin, B.A., Miller, W.M., Peterson, E.D., McCullough, P.A. 2011. Impact of obesity on cardiovascular disease. *Medical Clinics* 95(5): 919-937.