



PENGARUH COKELAT (*Theobroma cacao L.*) TERHADAP KESEHATAN KULIT

Wilda Ainia Silmi Kaffah¹,

¹ Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung

Corresponding Author: Wilda Ainia Silmi Kaffah, Program Studi Pendidikan Dokter, Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung.
E-Mail: wildaainiasilmikaffah@gmail.com

Received January 19, 2020; **Accepted** January 28, 2020; **Online Published** April 06, 2020

Abstrak

Global warming atau pemanasan global telah memberikan dampak buruk pada hampir seluruh aspek kehidupan manusia, termasuk kesehatan. Lapisan ozon yang semakin menipis menyebabkan tingginya paparan sinar ultraviolet terhadap tubuh manusia di mana kulit merupakan bagian tubuh yang paling banyak terpapar oleh sinar ultraviolet. Kulit merupakan bagian tubuh yang paling banyak terpapar oleh sinar ultraviolet. Radiasi sinar ultraviolet disertai dampak zat polutan udara dapat menimbulkan perubahan-perubahan akut seperti eritema, pigmentasi dan fotosensitivitas, maupun efek jangka panjang berupa penuaan dini dan kanker kulit. Menurut penelitian, efek berbahaya dari zat polutan udara dapat diperbaiki oleh antioksidan alami yang aman dan efektif. Senyawa yang berperan sebagai antioksidan dalam tumbuhan salah satunya adalah fenolik. Antioksidan fenolik lebih banyak terdapat pada kakao dibandingkan dengan beberapa tanaman lainnya. Polifenol kakao, terutama flavanol dalam bentuk monomer dan oligomer, telah terbukti bertindak sebagai antioksidan kuat, memiliki potensi untuk menghambat peroksidasi lipid, menghambat dan menetralkan ROS, meningkatkan aliran darah kulit, meningkatkan perlindungan terhadap cahaya matahari, dan berkontribusi terhadap pemeliharaan kesehatan kulit. Flavanol pada kakao telah terbukti lebih kuat daripada polifenol yang terkandung dalam makanan lainnya.

Keywords : Ultraviolet, Flavanol, Kakao, Kulit

PENDAHULUAN

Global warming atau pemanasan global telah memberikan dampak buruk pada hampir seluruh aspek kehidupan manusia, termasuk kesehatan. Lapisan ozon yang semakin menipis menyebabkan tingginya paparan sinar ultraviolet terhadap tubuh manusia di mana kulit merupakan bagian tubuh yang paling banyak terpapar oleh sinar ultraviolet.

Sebenarnya, sinar ultraviolet merupakan sebagian kecil dari spektrum sinar matahari, tetapi sinar ini memiliki efek yang paling berbahaya bagi kulit karena reaksi-reaksi yang ditimbulkannya berpengaruh buruk terhadap kulit manusia, baik berupa perubahan-perubahan akut seperti eritema, pigmentasi dan fotosensitivitas, maupun efek jangka panjang berupa penuaan dini dan kanker kulit. Selain itu, tingginya polusi udara di Indonesia juga turut serta dalam memperparah dampak dari radikal bebas terhadap kerusakan kulit.

Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mencegah serta mengurangi dampak negatif dari paparan sinar ultraviolet dan radikal bebas terhadap kerusakan kulit. Dampak negatif tersebut dapat diperbaiki oleh antioksidan alami yang aman dan efektif. Hal ini karena antioksidan memiliki peran penting dalam melindungi dan menjaga kesehatan kulit.

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa antioksidan yang terkandung pada tanaman, seperti fenolik, dapat menurunkan kadar *Reactive Oxygen Species* (ROS) seluler sehingga akan mengurangi kerusakan oksidatif yang ditimbulkan oleh zat polutan terhadap asam nukleat, protein, dan lipid. Telah diketahui bahwa antioksidan fenolik lebih banyak terdapat pada kakao dibandingkan dengan beberapa tanaman lainnya. Artikel ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari antioksidan yang terkandung di dalam cokelat (*Theobroma cacao L.*), terutama senyawa fenolik, terhadap berbagai dampak negatif sinar ultraviolet dan radikal bebas yang dapat memengaruhi kesehatan kulit.

ISI

Lapisan ozon yang semakin menipis akibat pemanasan global menyebabkan tingginya paparan sinar ultraviolet terhadap tubuh manusia. Telah diketahui bahwa kulit merupakan bagian tubuh yang paling banyak terpapar oleh sinar ultraviolet. Terdapat tiga jenis sinar ultraviolet, yaitu ultraviolet A, B, dan C. Ketiganya diketahui memiliki efek yang sangat berbahaya bagi kulit. Sinar ultraviolet merupakan salah satu spektrum dari sinar matahari yang memiliki efek berbahaya bagi tubuh, terutama sinar ultraviolet A (UVA) dan ultraviolet B (UVB). Hal ini karena UVA dan UVB memiliki energi yang sangat tinggi sehingga mampu menembus lapisan ozon pada bumi.

Zat polutan adalah campuran partikel padat dan cair yang mengandung polutan anorganik dan organik, serta diproduksi secara langsung atau tidak langsung dari berbagai sumber alami, buatan, dan industri pada ukuran yang cukup kecil untuk tetap tersuspensi di atmosfer (Sierra-Vagas dkk, 2012; Jia dkk, 2017). Zat polutan dengan diameter kurang dari 10 μm atau kurang dari 2,5 μm memiliki dampak yang besar terhadap kesehatan (Sacks dkk, 2011; Anderson dkk, 2012). Zat polutan di udara dapat menyebabkan penuaan kulit dini dengan perubahan fungsional dan morfologis yang menyertainya (Vierkotter dkk, 2010; Park dkk, 2018), serta dapat menimbulkan atau memperburuk beberapa penyakit kulit, seperti dermatitis atopik (Ahn dkk, 2014; Song dkk, 2011), hiperpigmentasi (Roberts dkk, 2015), dan *acne vulgaris* (jerawat) (Krutmann dkk, 2017; Liu dkk, 2018). Penyakit dan penuaan dini pada kulit tersebut sebagian besar diperantarai oleh *reactive oxygen species* (ROS). Paparan zat polutan di udara secara terus menerus yang disertai dengan radiasi ultraviolet (UV) akan memberikan efek negatif pada kulit yang berkaitan dengan penuaan dini dan kanker kulit (Boo, 2019).

Penuaan dini pada kulit adalah proses kompleks yang melibatkan faktor intrinsik dan ekstrinsik. Faktor intrinsik tidak dapat dihindari, faktor ekstrinsik yang disebabkan oleh lingkungan yang berbahaya dapat dicegah. Kerusakan fotooksidatif yang disebabkan oleh sinar ultraviolet adalah penyebab utama penuaan dini pada kulit akibat faktor ekstrinsik, sebuah fenomena yang dikenal sebagai *photoaging*. Kerusakan akibat paparan sinar ultraviolet sebagian besar dikaitkan dengan produksi ROS

secara berlebih, yang menginduksi kaskade molekular kompleks dan mampu mengaktifkan peradangan, mempercepat penuaan fisiologis, dan menentukan degenerasi dermis / epidermis yang khas. *Reactive oxygen species* (ROS) dan *reactive nitrosative species* (RNS) yang dihasilkan oleh sinar ultraviolet dapat merusak komponen seluler penting (DNA, protein, lipid) dan juga memengaruhi regulasi sinyal dalam molekul, seperti *mitogen-activated protein kinases* (MAPK), serta sitokin inflamasi, seperti *nuclear factor- κ B* (NF- κ B) dan aktivator protein-1 (AP-1) (Scapagnini dkk, 2014).

Selain itu, paparan cahaya matahari juga menginduksi aktivasi sistem enzimatik, misalnya lipoksigenase (LOX) dan siklooksigenase (COX), yang bertanggung jawab untuk mengeluarkan mediator inflamasi tambahan. Paparan kulit terhadap radiasi sinar UV berkontribusi pada perkembangan kanker kulit. Pada studi epidemiologis klinis dan pra-klinis telah menunjukkan bahwa radiasi sinar UV adalah faktor penyebab utama dalam perkembangan keganasan kulit (Afaq dkk, 2005), termasuk kanker kulit non-melanoma, yang mewakili neoplasma ganas paling umum pada manusia.

Menurut penelitian yang telah dilakukan oleh Boo, efek berbahaya dari zat polutan udara dapat diperbaiki oleh antioksidan alami yang aman dan efektif (Boo, 2019). Antioksidan alami dapat diperoleh dari tumbuh-tumbuhan. Senyawa yang berperan sebagai antioksidan dalam tumbuhan salah satunya adalah fenolik. Antioksidan fenolik lebih banyak terdapat pada kakao dibandingkan dengan beberapa tanaman lainnya. Golongan flavonoid, seperti *catechin*, *epicatechin*, dan *procyanidins* mendominasi aktivitas antioksidan tersebut. Flavonoid sendiri merupakan kelompok senyawa fenolik terbesar hasil dari produk metabolisme sekunder pada tanaman (Katz dkk, 2011). Senyawa fenolik lainnya, seperti stilbenoid, *ellagitannin*, dan *phlorotannins*, juga diketahui meningkatkan kapasitas antioksidan tersebut (Pande dan Rizvi, 2009). Senyawa fenolik meningkatkan kapasitas antioksidan seluler dengan merangsang ekspresi enzim yang terlibat dalam metabolisme oksigen dan detoksifikasi xenobiotik (Nabavi, 2011; Scapagnini, 2016). Selain meningkatkan kapasitas antioksidan seluler, senyawa fenolik juga dapat menurunkan kadar ROS seluler sehingga akan mengurangi kerusakan oksidatif yang ditimbulkan oleh zat polutan terhadap asam nukleat, protein,

dan lipid. Senyawa tersebut juga menurunkan kadar sitokin, *kemokin*, molekul adhesi sel, prostaglandin, dan matriks *metalloproteinase* yang terlibat dalam respons inflamasi seluler terhadap zat polutan (Boo, 2019; Pande dan Rizvi, 2009). Selain itu, senyawa tersebut telah terbukti menekan beberapa jalur pensinyalan yang terkait dengan reaksi inflamasi (Hussain dkk, 2016; Sarkar dkk, 2016).

Studi eksperimental telah menunjukkan bahwa ekstrak dan senyawa fenolik yang berasal dari tanaman, seperti kakao, teh hijau, anggur, delima, dan beberapa alga laut, memiliki efek antioksidan dan anti-inflamasi pada sel yang terpapar zat polutan tersebut (Boo, 2019). Beberapa penelitian juga menunjukkan bahwa mengonsumsi kakao, baik *moderate cocoa* atau *dark chocolate* memiliki manfaat lebih besar dari risikonya (Katz dkk, 2011).

Telah dinyatakan bahwa senyawa fenolik yang diturunkan dari kakao memiliki efek positif pada kesehatan kulit (Choi dkk, 2014). Hal ini selaras dengan beberapa penelitian yang menunjukkan bahwa kakao memiliki pengaruh terhadap kesehatan kulit.

Klasifikasi tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) menurut *United States Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Services*, yaitu

Kingdom: *Plantae*

Subkingdom: *Tracheobionta*

Divisi: *Spermatophyta*

Subdivisi: *Angiospermae*

Kelas: *Dicotyledoneae*

Subklas: *Dialypetalae*

Ordo: *Malvales*

Familia: *Sterculiaceae*

Genus: *Theobroma*

Spesies: *Theobroma cacao* L.

Kakao dalam sediaan topikal melindungi kulit dari kerusakan oksidatif akibat paparan sinar UV (Katz dkk, 2011). Sebuah penelitian telah mengeksplorasi aksi perlindungan dari kakao yang langsung diterapkan pada kulit. Aplikasi topikal polifenol kakao telah terbukti secara positif mempengaruhi beberapa parameter elastisitas kulit dan tonus kulit, yaitu glikosaminoglikan serta kolagen I, III, dan IV (Gasser, 2008). Begitu pun dengan penelitian yang menilai efek konsumsi coklat dalam melindungi kulit. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa konsumsi coklat tinggi flavanol secara teratur akan memberikan perlindungan yang signifikan dan efektif

melindungi kulit manusia dari efek paparan UV yang berbahaya (Williams dkk, 2009). Penelitian lain menunjukkan efek aplikasi topikal dari ekstrak kakao berupa *theobromine* yang terbukti mencegah pembentukan keriput akibat paparan UV pada tikus yang tidak berambut. Tikus yang diberikan paparan iradiasi ultraviolet (UVA) dengan dosis 13,0 J/cm² selama 15 minggu, lima kali seminggu pada hari kerja. Setelah iradiasi akhir, studi histologis dan analitik menunjukkan bahwa aplikasi topikal ekstrak kakao atau *theobromine* secara nyata mencegah kerusakan kulit akibat paparan cahaya UV, termasuk pembentukan kerut dan akumulasi kolagen. Penelitian ini juga menyatakan bahwa turunan xanthine mencegah infiltrasi neutrofil yang disebabkan oleh iradiasi UV (Mitani dkk, 2007). Kemudian, penelitian yang lebih baru menunjukkan bahwa ekstrak polifenol pada kakao secara efektif menghambat ekspresi faktor pertumbuhan endotel vaskular (VEGF) TNF- α yang diinduksi dalam sel epidermis tikus. Efek ini telah dikaitkan dengan kemampuan polifenol kakao untuk memblokir aktivasi faktor transkripsi nuklir yang diinduksi TNF- α , AP-1 dan NF- κ B, yang merupakan pengatur utama ekspresi VEGF (Kim dkk, 2010).

Begitu pun dengan pemberian secara oral. Sebuah penelitian menunjukkan bahwa pemberian kakao dengan kandungan flavanol yang tinggi secara oral sebanyak 4-6 g per hari selama satu minggu mengurangi pembentukan eritema karena paparan UV (Piergiacomo, 2019). Karena bioavailabilitas yang baik, asupan kakao meningkatkan kapasitas antioksidan serum, serta melindungi endotelium dari stres oksidatif dan ROS endogen (Scapagnini dkk, 2014).

Sebuah penelitian lainnya, secara *in vitro* mengidentifikasi senyawa fenolik dalam ekstrak bubuk kakao Malaysia yang kaya polifenol menggunakan HPLC-UV-ESI-MS / MS dan menyelidiki sifat antioksidannya. Penelitian tersebut membandingkan potensi antioksidan dari ekstrak bubuk kakao dengan antioksidan sintetik atau obat standar, seperti Asam askorbat, Butylated hydroxytoluene (BHT), Allopurinol, dan Trolox (Vitamin E). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa ekstrak bubuk kakao kaya polifenol memiliki sifat antioksidan yang signifikan bila dibandingkan dengan khasiat antioksidan di antara antioksidan sintetik (Ali dkk, 2015).

Total kadar kandungan polifenol dipengaruhi oleh berbagai faktor, seperti kultivar (varietas tanaman), kondisi pertumbuhan, pemanenan, pemrosesan dan persiapan makanan, pengambilan sampel, serta prosedur analisis yang akan memengaruhi aktivitas antioksidan (Ali dkk, 2015). Efek polifenol kakao sebagian besar dikaitkan dengan kemampuan merusak pada tingkat molekuler dengan banyak jalur antioksidan seluler, serta sangat menghambat enzim yang terlibat dalam produksi ROS. Enzim yang dihambat oleh flavonoid kakao berupa *xanthine oksidase*, NADPH-oksidadase, tirosin kinase dan protein kinase (Engler dan Engler, 2006). Mekanisme polifenol dalam meningkatkan efek antioksidan ini dengan merangsang respons xenobiotik umum dalam sel target, mengaktifkan beberapa gen pertahanan, mengaktifkan sejumlah target molekul yang berbeda, menimpa beberapa jalur pensinyalan, dan menunjukkan aktivitas pleiotropik pada sel dan jaringan.

Polifenol kakao, terutama flavanol dalam bentuk monomer dan oligomer, telah terbukti bertindak sebagai antioksidan kuat, memiliki potensi untuk menghambat peroksidasi lipid, dan secara efektif menghambat dan menetralkan ROS. Flavanol pada kakao telah terbukti lebih kuat daripada polifenol yang terkandung dalam makanan lainnya (Scapagnini dkk, 2014). Flavanol dapat mempengaruhi sifat penyembuhan dan memberikan berbagai manfaat kesehatan, seperti meningkatkan aliran darah kulit, meningkatkan perlindungan terhadap cahaya matahari, dan berkontribusi terhadap pemeliharaan kesehatan kulit (Heinrich dkk, 2006; Neukam dkk, 2007).

Struktur trisiklik flavonoid menentukan efek antioksidannya. Cincin aromatik ini secara langsung menetralkan radikal bebas dan logam kelat (Fe^{2+} dan Cu^{+}) yang meningkatkan ROS (Scapagnini dkk, 2014). Kerangka dasar flavonoid terdiri dari 15 atom karbon dengan dua cincin aromatik (Cincin A dan Cincin B) yang dihubungkan oleh jembatan tiga karbon (Cincin C). Flavonoid dapat dibagi menjadi beberapa sub-kelompok yang berbeda, seperti antosianin, flavan-3-ols, flavon, flavanon, dan flavanol, sesuai dengan pola hidroksilasi dan variasi dalam cincin kromana (Cincin C) Tsao, 2010). Selain itu, komponen kakao sangat kaya akan katekin. Berdasarkan strukturnya, katekin diklasifikasikan sebagai flavan-3-ols, disebut juga sebagai flavanol (Ellam dan Williamson, 2013).

Selain polifenol, kakao mengandung senyawa *methylxanthine*, terutama *theobromine* dan kafein (memiliki kadar lebih rendah dibandingkan dengan *theobromine*). Kandungan *methylxanthine* tergantung pada genotipe pohon kakao. *Theobromine* termasuk ke dalam kelompok alkaloid purin, yang dapat menimbulkan berbagai efek fisiologis, salah satunya menangkal *reactive oxygen species* (ROS) yang dihasilkan di kulit sebagai akibat dari paparan sinar ultraviolet (Scapagnini dkk, 2014).

Pada sebuah penelitian *in vitro* yang melihat aktivitas antioksidan dan antiproliferasi pada ekstrak metanol yang terkandung dalam kakao, diketahui bahwa kandungan fenolik antara bagian tanaman kakao berbeda. Ekstrak pada bagian tanaman kakao diukur dalam satuan g ekstrak asam galat / 100 g ekstrak setara dengan senyawa fenolik. Ekstrak akar memiliki kandungan fenolik total tertinggi ($22,0 \pm 1,1$ g GAE / 100 g ekstrak), diikuti oleh *cherelle* ($19,6 \pm 0,3$ g / 100 g GAE / 100 g ekstrak), kulit kayu ($15,4 \pm 0,1$ g GAE / 100 g ekstrak), daun ($13,3 \pm 0,2$ g GAE / 100 g ekstrak), sekam ($8,7 \pm 0,4$ g GAE / 100 g ekstrak), cangkang fermentasi ($4,3 \pm 0,3$ g GAE / 100 g ekstrak), dan cangkang tidak difermentasi ($1,5 \pm 0,1$ g GAE / 100 g ekstrak), dan ekstrak empulur yang memiliki kandungan fenolik total terendah ($1,2 \pm 0,1$ g GAE / 100 g ekstrak) (Baharum dkk, 2014).

Data yang terkait dengan biji dan massa kakao, menunjukkan bahwa massa kakao memiliki kandungan antioksidan dan polifenol total yang lebih tinggi, menunjukkan bahwa kontribusi utama terhadap aktivitas antioksidan dan total kandungan polifenol disebabkan oleh padatan kakao tanpa lemak. Hasil ini sesuai dengan fakta bahwa dalam biji masih ada bagian lipid, yang akan membentuk cocoa butter dan berefek buruk pada aktivitas antioksidan (Vertuani dkk, 2014).

Dalam suatu penelitian yang menilai total kandungan fenolik dan aktivitas antioksidan di korteks serebral, hippocampus, dan otak kecil dari tikus Wistar jantan ketika mengonsumsi berbagai jenis cokelat, termasuk susu, *semisweet*, cokelat hitam, dan kedelai, Total konsentrasi polifenol dan aktivitas antioksidan secara *in vitro* dalam sampel cokelat dievaluasi dengan metode DPPH radikal-scavenging test. Peroksidasi lipid (TBARS), oksidasi protein (karbonil), kelompok sulfhidril, dan aktivitas enzim *superoksida dismutase* (SOD) di korteks serebral,

hippocampus, dan otak kecil tikus yang diberikan atau tidak diberikan hidrogen peroksida dan/atau cokelat juga dievaluasi. Enzim SOD merupakan antioksidan yang memiliki mekanisme dengan mengkatalis perubahan superoksida menjadi hidrogen peroksida dan oksigen. Cokelat hitam menunjukkan kandungan fenolik dan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi, diikuti oleh *semisweet*, kedelai, dan cokelat susu. Penambahan cokelat dalam makanan tikus mengurangi peroksidasi lipid dan oksidasi protein yang disebabkan oleh hidrogen peroksida. Dalam pengujian *sulphydryl*, telah diamati bahwa tingkat pertahanan nonenzimatik hanya meningkat dengan terapi cokelat. Aktivitas enzim *superoksida dismutase* (SOD) dimodulasi dalam jaringan yang diterapi dengan cokelat (da Silva Medeiros, 2015).

Sebuah penelitian menunjukkan bahwa cokelat batang hitam dengan kandungan kakao 100% (extra dark cocoa bar), adalah yang terbaik dalam hal total kandungan polifenol dan dalam hal kadar antioksidan menurut tes DPPH dan FRAP. Selain itu, cokelat batang hitam organik 80%, *dark* Tanzania 80%, dan produk Trinidad 80% berkinerja baik dalam segala hal. Sifat antiradikal dari produk kakao lebih tinggi daripada mayoritas suplemen antioksidan dalam tablet.

Berikut ini adalah total kandungan fenol dan kadar antioksidan pada cokelat.

<i>Samples</i>	<i>Folin (mg gallic acid/g)</i>	<i>DPPH (IC50% mg/mL)</i>	<i>FRAP (μmol Trolox/g)</i>
Milk chocolate	15.13±0.74	6.70±0.32	82.24±3.92
Organic milk chocolate	13.41±0.65	7.72±0.34	69.19±3.41
Milk chocolate 40% milk solids	9.22±0.39	3.82±0.15	38±1.52
Dark chocolate 72% cocoa with cocoa nibs	20±0.12	0.55±0.02	133.18±6.43
Organic dark chocolate 60% cocoa	27.34±1.34	0.43±0.01	162.21±7.92
Organic dark chocolate 71% cocoa	24.59±1.19	0.36±0.01	168.87±7.95
Organic dark chocolate 75% cocoa	34±1.54	0.39±0.01	177.82±8.11
Organic dark chocolate 80%	36.62±1.62	0.36±0.02	205.16±10.19

cocoa			
Extra dark cocoa bar 100%			
cocoa			
Costa Rica dark chocolate 75%			
cocoa			
Ecuador dark chocolate 65%			
cocoa			
Madagascar dark chocolate 70% cocoa			
Tanzania dark chocolate 80%			
cocoa			
Trinidad dark chocolate 80%			
cocoa			
Organic baobab fruit 60% cocoa			
Duo dark chocolate with green tea			
Rice milk chocolate lactose free with cocoa nibs			
Traditionally made chocolate of Modica 75% cocoa			
Traditionally made chocolate of Modica 60% cocoa			

Seperti pada umumnya, selain memberikan efek positif bagi tubuh manusia, sebuah zat juga memiliki efek samping, begitu pun dengan flavonoid. Sebuah penelitian dilakukan dengan menginkubasi sel normal manusia, berupa fibroblas embrionik paru-paru (TIG-1) dan sel endotel vena umbilikal manusia / *human umbilical vein endothelial* (HUVE) yang diberikan beberapa senyawa turunan flavonoid, seperti apigenin, *eriodictyol*, *3-hydroxyflavone*, *kaempferol*, luteolin, naringenin, *quercetin*, rutin, dan taxifolin dalam media kultur selama 24 jam. Hasil dari penelitian ini berupa peningkatan produksi ROS secara signifikan dengan adanya flavon apigenin atau luteolin atau *3-hydroxyflavone*, *quercetin*, atau *kaempferol*. Diketahui bahwa apigenin, *3-hydroxyflavone*, dan

luteolin memiliki efek yang lebih toksik terhadap sel TIG-1. Sedangkan luteolin, 3-hydroxyflavone, dan quercetin lebih toksik terhadap sel HUVE. Penelitian tersebut menunjukkan bahwa beberapa flavonoid pada konsentrasi yang relatif tinggi memiliki sitotoksitas yang cukup besar dan dapat menyebabkan kerusakan DNA (Matsuo dkk, 2005).

RINGKASAN

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa kakao memiliki efek positif terhadap kesehatan kulit. Kakao dalam sediaan topikal melindungi kulit dari kerusakan oksidatif akibat paparan sinar UV. Begitu pun dengan pemberian secara oral. Konsumsi kakao secara oral dengan kandungan flavanol sebanyak 4-6 g per hari selama satu minggu dapat mengurangi pembentukan eritema karena paparan UV. Cokelat yang mengandung kadar polifenol dan antioksidan terbaik menurut tes DPPH dan FRAP adalah cokelat batang hitam dengan kandungan kakao 100% (extra dark cocoa bar).

SIMPULAN

Antioksidan yang terkandung di dalam cokelat (*Theobroma cacao L.*), terutama senyawa fenolik, dapat mengurangi berbagai dampak negatif dari sinar ultraviolet dan radikal bebas. Sehingga, disarankan untuk mengonsumsi cokelat secara rutin baik secara oral maupun topikal dengan kadar yang tepat. Namun, jika dikonsumsi dengan kadar yang sangat tinggi dapat menyebabkan sitotoksitas dan kerusakan DNA.

DAFTAR PUSTAKA

- Afaq, F., Adhami, V. M., dan Mukhtar, H. (2005). *Photochemoprevention of ultraviolet B signaling and photocarcinogenesis*. *Mutat. Res*, 571: 153–173. doi:10.1016/j.mrfmmm.2004.07.019
- Ahn, K. (2014). *The role of air pollutants in atopic dermatitis*. *J. Allergy Clin. Immunol*, 134: 993–999. doi: 10.1016/j.jaci.2014.09.023.
- Ali, F., Ranneh, Y., Ismail, A., dan Esa, N. M. (2015). *Identification of phenolic compounds in polyphenols-rich extract of Malaysian cocoa powder using the HPLC-UV-ESI-MS/MS and probing their antioxidant properties*. *Journal of food science and technology*, 52(4): 2103–2111. doi:10.1007/s13197-013-1187-4
- Anderson, J. O., Thundiyil, J. G., dan Stolbach, A. (2012). *Clearing the air: a review of the effects of particulate matter air pollution on human health*. *Journal of medical toxicology : official journal of the American College of Medical Toxicology*, 8 (2): 166–175. doi:10.1007/s13181-011-0203-1
- Andujar, I., Recio, M. C., Giner, R. M., dan Ríos, J. L. (2012). *Cocoa polyphenols and their potential benefits for human health*. *Oxidative medicine and cellular longevity*, 906252. doi:10.1155/2012/906252
- Baharum, Z., Akim, A. M., Taufiq-Yap, Y. H., Hamid, R. A., dan Kasran, R. (2014). *In vitro antioxidant and antiproliferative activities of methanolic plant part extracts of Theobroma cacao*. *Molecules (Basel, Switzerland)*, 19(11): 18317–18331. doi:10.3390/molecules191118317
- Boo Y. C. (2019). *Can Plant Phenolic Compounds Protect the Skin from Airborne Particulate Matter?*. *Antioxidants (Basel, Switzerland)*, 8(9): 379. doi:10.3390/antiox8090379
- Cadiz-Gurrea, M. L., dkk. (2017). *Cocoa and Grape Seed Byproducts as a Source of Antioxidant and Anti-Inflammatory Proanthocyanidins*. *International journal of molecular sciences*, 18(2): 376. doi:10.3390/ijms18020376
- Choi, K. S., Kundu, J. K., Chun, K. S., Na, H. K., dan Surh, Y. J. (2014). *Rutin inhibits UVB radiation-induced expression of COX-2 and iNOS in hairless mouse skin: p38 MAP kinase and JNK as potential targets*. *Arch. Biochem. Biophys*, 559: 38–45. doi:10.1016/j.abb.2014.05.016
- Da Silva Medeiros, N., Koslowsky Marder, R., Farias Wohlenberg, M., Funchal, C., dan Dani, C. (2015). *Total Phenolic Content and Antioxidant Activity of Different*

Types of Chocolate, Milk, Semisweet, Dark, and Soy, in Cerebral Cortex, Hippocampus, and Cerebellum of Wistar Rats. Biochemistry research international. doi:10.1155/2015/294659

Ellam, S. dan Williamson, G. (2013). *Cocoa and human health.* Annu. Rev. Nutr, 33: 105–128. doi:10.1146/annurev-nutr-071811-150642

Gasser, P., Lati, E., Peno-Mazzarino, L., Bouzoud, D., Allegaert, L., dan Bernaert, H. (2008). *Cocoa polyphenols and their influence on parameters involved in ex vivo skin restructuring.* Int. J. Cosmet. Sci, 30: 339–345. doi:10.1111/j.1468-2494.2008.00457.x.

Heinrich, U. K., Neukam, H. Tronnier, H. Sies dan W. Stahl. (2006). *Long-term ingestion of highflavanol cocoa provides photoprotection against UV-induced erythema and improves skin condition in women.* J. Nutr, 136: 1565–1569

Hussain, T., Tan, B., Yin, Y., Blachier, F., Tossou, M. C., dan Rahu, N. (2016) *Oxidative Stress and Inflammation: What Polyphenols Can Do for Us.* Oxid. Med. Cell. Longev, 7432797. doi:10.1155/2016/7432797.

Jia, Y. Y., Wang, Q., dan Liu, T. (2017). *Toxicity Research of PM_{2.5} Compositions In Vitro.* Int. J. Environ. Res. Public Health, 14: 232. doi:10.3390/ijerph14030232

Katz, D. L., Doughty, K., dan Ali, A. (2011). *Cocoa and chocolate in human health and disease.* Antioxidants & redox signaling, 15(10): 2779–2811. doi:10.1089/ars.2010.3697

Kim, J. E., dkk. (2010). *Cocoa polyphenols suppress TNF- α -induced vascular endothelial growth factor expression by inhibiting phosphoinositide 3-kinase (PI3K) and mitogen-activated protein kinase kinase-1 (MEK1) activities in mouse epidermal cells.* Br. J. Nutr, 104: 957–964. doi:10.1017/S0007114510001704.

Kim, J. E., dkk. (2016). *Oral Supplementation with Cocoa Extract Reduces UVB-Induced Wrinkles in Hairless Mouse Skin.* J Invest Dermatol, 136(5): 1012–1021. doi:10.1016/j.jid.2015.11.032

Krutmann, J., dkk. (2017). *Pollution and acne: Is there a link?* Clin. Cosmet. Investig. Dermatol, 10: 199–204. doi:10.2147/CCID.S131323.

Liu, W., dkk. (2018). *A Time-Series Study of the Effect of Air Pollution on Outpatient Visits for Acne Vulgaris in Beijing.* Skin Pharmacol. Physiol, 31: 107–113. doi: 10.1159/000484482.

Matsuo, M., Sasaki, N., Saga, K., dan Kaneko, T. (2005). *Cytotoxicity of flavonoids toward cultured normal human cells.* Biol. Pharm. Bull, 28 253–259. doi: 10.1248/bpb.28.253.

Mitani, H., Ryu, A., Suzuki, T., Yamashita, M., Arakane, K., dan Koide, C. (2007). *Topical application of plant extracts containing xanthine derivatives can prevent UV-induced wrinkle formation in hairless mice.* Photodermatol. Photoimmunol. Photomed., 23: 86–94. doi:10.1111/j.1600-0781.2007.00283.x.

Nabavi, S. F., dkk. (2016). *Nrf2 as molecular target for polyphenols: A novel therapeutic strategy in diabetic retinopathy.* Crit. Rev. Clin. Lab. Sci., 53: 293–312. doi:10.3109/10408363.2015.1129530.

Neukam, K., Stahl, W., Tronnier, H., Sies, H., dan Heinrich, U. (2007). *Consumption of flavanol-rich cocoa acutely increases microcirculation in human skin.* Eur. J. Nutr, 46: 53–66. doi:10.1007/s00394-006-0627-6

Pandey, K. B. dan Rizvi, S. I. (2009). *Plant polyphenols as dietary antioxidants in human health and disease.* Oxidative Med. Cell. Longev, 2: 270–278. doi: 10.4161/oxim.2.5.9498.

- Park, S. Y., Byun, E. J., Lee, J. D., Kim, S., dan Kim, H. S. (2018). *Air Pollution, Autophagy, and Skin Aging: Impact of Particulate Matter (PM₁₀) on Human Dermal Fibroblasts*. *Int. J. Mol. Sci.*, 19: 2727. doi: 10.3390/ijms19092727.
- Piergiacomo, dkk. (2019). *Cutaneous Photoprotective Activity of a Short-term Ingestion of High-Flavanol Cocoa: A Nutritional Intervention Study*. *Photochemistry and Photobiology*: 166. doi: 10.1111/php.13087
- Roberts, W. E. (2015). *Pollution as a risk factor for the development of melasma and other skin disorders of facial hyperpigmentation is there a case to be made?*. *J. Drugs Dermatol*, 14: 337–341.
- Sacks, J. D., dkk. (2011). *Particulate matter-induced health effects: who is susceptible?*. *Environmental health perspectives*, 119 (4): 446–454. doi:10.1289/ehp.1002255
- Saric, S. dan Sivamani, R. K. (2016). *Polyphenols and Sunburn*. *International journal of molecular sciences*, 17(9): 1521. doi:10.3390/ijms17091521
- Sarkar, S., Mazumder, S., Saha, S. J., dan Bandyopadhyay, U. (2016). *Management of Inflammation by Natural Polyphenols: A Comprehensive Mechanistic Update*. *Curr. Med. Chem*, 23: 1657–1695. doi: 10.2174/0929867323666160418115540.
- Scapagnini, G., Vasto, S., Abraham, N. G., Caruso, C., Zella, D., dan Fabio, G. (2011). *Modulation of Nrf2/ARE pathway by food polyphenols: A nutritional neuroprotective strategy for cognitive and neurodegenerative disorders*. *Mol. Neurobiol*, 44: 192–201. doi: 10.1007/s12035-011-8181-5.
- Scapagnini, G., dkk. (2014). *Cocoa bioactive compounds: significance and potential for the maintenance of skin health*. *Nutrients*, 6(8): 3202–3213. doi:10.3390/nu6083202
- Sierra-Vargas, M. P. Dan Teran, L. M. (2012). *Air pollution: Impact and prevention*. *Respirology*, 17: 1031–1038. doi: 10.1111/j.1440-1843.2012.02213.x.
- Song, S., dkk. (2011). *Acute health effects of urban fine and ultrafine particles on children with atopic dermatitis*. *Environ. Res*, 111: 394–399. doi:10.1016/j.envres.2010.10.010.
- Tsao, R. (2010). *Chemistry and biochemistry of dietary polyphenols*. *Nutrients*, 2: 1231–1246. doi: 10.3390/nu2121231.
- USDA. *Theobroma cacao L.* America: United States Department of Agriculture. Tersedia dari: <https://plants.usda.gov/core/profile?symbol=THCA>
- Vertuani, S., dkk. (2014). *Evaluation of antiradical activity of different cocoa and chocolate products: relation with lipid and protein composition*. *Journal of medicinal food*, 17 (4): 512–516. doi:10.1089/jmf.2013.0110
- Vierkotter, A., dkk. (2010). *Airborne particle exposure and extrinsic skin aging*. *J. Investig. Dermatol*, 130: 2719–2726. doi: 10.1038/jid.2010.204
- Williams S., Tamburic S., dan Lally C. (2009). *Eating chocolate can significantly protect the skin from UV light*. *J. Cosmet. Dermatol*, 8: 169–173. doi: 10.1111/j.1473-2165.2009.00448.x
- Yoon, H. S., dkk. (2016). *Cocoaflavanol supplementation influences skin conditions of photo-aged women: A 24-week doubleblind, randomized, controlled trial*. *J. Nutr*, 146: 46–50.