

20 24

DIENG CALDERA RACE

Tambi Tea Resort, Wonosobo, Jawa Tengah

Friday-Saturday-Sunday, 7-8-9 June 2024

1.000+ runners

1.000+ local tourists

2.000+ local community

02

NUSANTARA TEA FESTIVAL

a Collaboration with



The Nusantara Tea Festival will be a platform to celebrate Indonesia's rich cultural heritage, providing opportunities for local tea producers to expand their market reach. Through a series of activities, we hope to increase public appreciation of Indonesian tea as well as support the development of the tea industry in the archipelago.

Tea Talk

Teh yang Bermutu Baik asal Indonesia dan Manfaat Kesehatannya



SUPPORTED BY



02

NUSANTARA TEA FESTIVAL

a Collaboration with



The Nusantara Tea Festival will be a platform to celebrate Indonesia's rich cultural heritage, providing opportunities for local tea producers to expand their market reach. Through a series of activities, we hope to increase public appreciation of Indonesian tea as well as support the development of the tea industry in the archipelago.



Tea Talk

Teh yang Bermutu Baik asal Indonesia dan Manfaat Kesehatanannya

Oleh
EKO S. PRIBADI

02

TEA TALK

This talk show aims to explore and discuss various aspects related to the diversity of tea in the archipelago, as well as the innovation and culture that continues to evolve around it. Featuring experts in the field, the talkshow will provide a deep insight into how tea has become an integral part of the lives and culture of people in Indonesia.

Main Theme:

- The role of the tea industry in supporting sustainable development goals (SDGs).
- Tea as one of the solutions to address the global crisis, particularly climate change, and biodiversity extinction.
- The health benefits of different types of tea and how to consume them mindfully.



Tea Talk

**Teh yang Bermutu Baik asal Indonesia dan Manfaat
Kesehatannya**

Oleh

Eko S. Pribadi

Divisi Mikrobiologi Medik Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis
Institut Pertanian Bogor, Kampus Dramaga, Dramaga Bogor Jawa Barat 16680 Indonesia

Center for Tropical Animal Studies (CENTRAS)
Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Institut Pertanian Bogor
Surat elektronik: eko.spribadi@yahoo.co.id; eko.spribadi@gmail.com

Teh yang Bermutu Baik asal Indonesia dan Manfaat Kesehatan¹

Dr. Eko Sugeng Pribadi, S.KH., M.S., drh.

Divisi Mikrobiologi Medik Sekolah Kedokteran Hewan dan Biomedis
Institut Pertanian Bogor, Kampus Dramaga, Dramaga Bogor Jawa Barat 16680 Indonesia

Center for Tropical Animal Studies (CENTRAS)
Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Institut Pertanian Bogor
Surat elektronik: eko.spribadi@yahoo.co.id; eko.spribadi@gmail.com

1. Pendahuluan

Minuman teh merupakan minuman tradisional masyarakat di berbagai negara, termasuk di Indonesia. Masyarakat Indonesia menggunakan daun *Camelia* sp. sebagai bahan dasar minuman teh. Pohon teh yang telah ditanam oleh beberapa perusahaan perkebunan teh dan masyarakat petani teh di Indonesia diimpor oleh Belanda sejak tahun 1684. Total panen daun teh di Indonesia selama periode 2018-2021 masing-masing sebanyak 140.236, 130.552, 128.015, dan 129.530 ton. Daun teh yang dipetik adalah daun teh pekoe 1 (jarum perak), 2 dan 3. Kementerian Perdagangan (2021) menyatakan daun teh yang bermutu baik menjadi barang ekspor ke beberapa negara, seperti Malaysia (13,12%), Rusia (12,63%), dan Australia (10,32%). Sisanya untuk dikonsumsi dalam di dalam negeri. Saat ini, Provinsi Jawa Barat memiliki wilayah dengan kebun teh terluas di Indonesia, yakni seluas 7.500 ha dengan total panen terbesar (DJP 2021).

Setelah dipanen, ada berbagai teknik yang digunakan untuk mengolah daun teh. Proses pengolahan daun teh yang dilakukan oleh pabrik teh berbeda dengan yang dilakukan oleh petani teh. Petani teh jarang mengolah daun teh yang mereka panen. Mereka biasanya menjual daun teh ke pabrik teh. Tergantung teknik pengolahannya, ada enam jenis teh yang dihasilkan menurut proses fermentasi/oksidasi yang dilakukan. Masing-masing jenis teh memiliki sifat kimia dan sensorik yang unik (Vishnoi *et al.* 2018; Chen *et al.* 2020). Jenis utama teh yang dihasilkan adalah teh putih (*white tea*), teh hijau (*green tea*), teh kuning (*yellow tea*), teh oolong (*oolong tea*), teh hitam (*black tea*) dan *dark tea* (masyarakat Cina menyebutnya “pu-erh”, atau “hei cha”, teh yang mengalami fermentasi). Teh hijau adalah salah satu jenis teh olahan yang paling populer. Teh hijau dihasilkan dari daun segar yang dikukus pada suhu tinggi, sehingga menonaktifkan enzim oksidatif tetapi meninggalkan kandungan polifenol utuh (Vishnoi *et al.* 2018; Fang *et al.* 2019). Sebagian besar masyarakat beranggapan bahwa teh hijau memiliki banyak manfaat kesehatan sehingga mereka meminumnya.

¹ Makalah disampaikan pada Acara Dieng Caldera Rase: Festival Teh Nusantara. Tanggal 07-09 Juni 2024. Perkebunan Teh Tambi, Wonosobo Jawa Tengah

Komposisi kimiawi daun teh tergantung pada iklim, musim, wilayah, geografi, geoklimat, cara hortikultura yang dilakukan, dan usia daun (Hajiaghaalipour *et al.* 2016; Pérez-Burillo *et al.* 2018; Wen *et al.* 2020). Ketinggian dan garis lintang tempat perkebunan teh berada juga mempengaruhi susunan metabolit yang dikandung. Beberapa penelitian telah dilakukan ekstraksi daun teh untuk mengetahui kandungan dalam daun teh. Daun teh terdiri dari protein (15-20% berat kering); dengan enzim yang merupakan fraksi penting dan asam amino, seperti theanine atau 5-N-ethylglutamine, triptofan, tirosin, leusin, atau lisin (Hajiaghaalipour *et al.* 2016; Vishnoi *et al.* 2018; Wen *et al.* 2020). Vitamin C, E atau B dan *traced element* (Zn, Mg dan Ca) ditemukan juga dalam daun teh (Zhang *et al.* 2019; Peng *et al.* 2020;). Katekin, kafein dan asam amino dalam daun teh segar menjadi tiga faktor penentu yang paling penting (Wen *et al.* 2020). Katekin teh termasuk gallokatekin (*gallocatechin*, GC), epikatekin (*epicatechin*, EC), epigallokatekin (*epigallocatechin*, EGC), epikatekin gallat (*epicatechin gallate*, ECG), gallokatekin gallat (*gallocatechin gallate*, GCG) dan epigallokatekin gallat (*epigallocatechin gallate*, EGCG)(Wang *et al.*2019). Katekin adalah senyawa fenolik utama dalam seduhan daun teh (Zhao *et al.* 2019). Pohon yang ditanam di area gunung menunjukkan kandungan tingkat asam amino bebas yang lebih tinggi dibandingkan pohon teh yang ditanam di dataran rendah. Kafein dan katekin ditemukan dalam kadar yang lebih tinggi pada daun muda dibandingkan daun tua. Kadar katekin dapat meningkat dengan paparan sinar matahari (Wen *et al.* 2020).

Keberadaan senyawa aktif hayati (bioaktif) yang disebutkan di atas sangat tergantung pada beberapa faktor (Vishnoi *et al.* 2018; Wen *et al.* 2020; Wang *et al.* 2019). Mereka dipengaruhi oleh proses yang dijalankan oleh pabrik terhadap daun segar (Hajiaghaalipour *et al.* 2016; Chen *et l.* 2017; Vishnoi *et al.* 2018; Fang *et al.* 2019; Zhang *et al.* 2019; Wen *et al.* 2020). Pelepasan molekul aktif hayati dipengaruhi oleh persiapan seduhan daun teh yang untuk diminum (Pastoriza *et al.* 2018; Monobe 2018; Pan *et al.* 2018). Teh hijau dan teh putih merupakan jenis yang mengalami proses oksidasi dan mempertahankan lebih banyak senyawa fenolik, terutama flavonoid (Hajiaghaalipour *et al.* 2016; Fang *et al.* 2019).

2. Manfaat Kesehatan

Sejumlah orang peminum teh telah lama mempercayai bahwa minum teh memberikan manfaat kesehatan. Senyawa aktif hayati yang dikandung teh, terutama teh putih dan teh hijau mampu bertindak sebagai antioksidan, anti peradangan, mampu mencegah/mengatasi infeksi oleh kuman (jasad renik), dan beberapa penyakit metabolik dan degeneratif.

2.1 Antioksidan

Penyakit yang menyerang biasanya berhubungan dengan kerusakan oksidatif dalam tubuh inang yang disebabkan oleh spesies oksigen reaktif (*species oxygen reactive*, ROS). Polifenol dan theanin yang dikandung daun teh memiliki kapasitas antioksidan yang tinggi (Jiménez-Zamora *et al.* 2016; Rafique *et al.* 2023). Struktur kimia memungkinkan mereka mampu menghancurkan ROS dengan cara menetralsir dan

menghindari penumpukannya dalam tubuh inang. Katekin mengatur juga enzim antioksidan endogen, seperti superoksida dismutase, atau glutathione S-transferase, dan mengatur kerjanya.

Katekin dan theanin juga mengkhelasi mineral tertentu, seperti besi atau kalsium dan menghambat kerja mereka sebagai katalis untuk beberapa reaksi oksidasi di dalam sel reaksi.

2.2 Antiperadangan

Peradangan merupakan satu tanggapan tatanan istem kekebalan inang terhadap kerusakan dan perubahan patologik. Minuman teh hijau yang mengandung katekin telah terbukti mengurangi kadar serum penanda peradangan, protein C-reaktif (Bagheri *et al.* 2020). Katekin dari teh hijau dapat meningkatkan pembentukan sitokin (*interleukin*, IL-10, IL-6) yang bersifat antiperadangan dan sitokin IL-1 β dan TNF- α yang menunjang terjadi peradangan (Noronha *et al.* 2019; Kim dan Heo 2022; Fasahah *et al.* 2024).

Sebuah penelitian dengan orang yang menderita penyakit sindrom metabolik vs. orang sehat yang menerima suplemen teh hijau menunjukkan penurunan tingkat peradangan yang dipengaruhi gen mRNA. Peradangan pada pertahanan epitel usus penting pada penyakit radang usus, atau Gangguan Crohn. Katekin teh hijau meningkatkan ketahanan penghalang usus (Farzaei *et al.* 2019).

2.3 Anti kuman/Anti Jasad Renik

Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa minum teh, terutama teh hitam, oolong, dan teh hijau mempengaruhi kelimpahan jasad renik baik di dalam usus (Liu *et al.*, 2020; Loo *et al.*, 2020; Ma and Chen, 2020). Senyawa aktif hayati yang dilepaskan oleh daun teh, seperti EGCG dan EGC, memiliki kemampuan aktivitas antibakteri (Ayala *et al.* 2014; Gopal *et al.* 2016; Reygaert 2018; Dinh *et al.* 2019; Yan *et al.* 2020; Hinojosa-Nogueira *et al.* 2021; Yanuarti *et al.* 2021; Chasanah *et al.* 2022; Mahlke *et al.* 2022), antiviral (Kaihatsu *et al.* 2018; Dinh *et al.* 2019; Ghosh *et al.* 2020; Yan *et al.* 2020; Fox *et al.* 2020; Miyoshi *et al.* 2020; Onishi *et al.* 2020), anticendawan (Dinh *et al.* 2019; Fox *et al.* 2020; Hinojosa-Nogueira *et al.* 2021), dan antiparasit (Hinojosa-Nogueira *et al.* 2021).

Berbagai penelitian memperlihatkan bahwa EGCG yang terkandung dalam daun teh bermutu baik memiliki sifat antivirus (Xu *et al.* 2017). Senyawa EGCG mampu menonaktifkan virus dengan cara mencegah perlekatan ke sel inang, penyebaran dalam tubuh inang, dan perbanyakan sel virus dalam sel inang melalui gangguan siklus DNA virus (Steinmann *et al.* 2013; Yan *et al.* 2020). Sintesis enzim transcriptase akan dihambat sehingga virus tidak dapat hidup dan berkembang di dalam sel inang (Fox *et al.* 2020). Senyawa ini memiliki karakter antivirus berspektrum luas, seperti virus hepatitis C, virus hepatitis B, influenza, virus herpes simpleks, *murine cytomegalovirus*, *reovirus* dan *adenovirus*. Senyawa EGCG juga

melawan virus papiloma manusia (Kaihatsu *et al.* 2018; Reygaert 2018; Ghosh *et al.* 2020; Miyoshi *et al.* 2020; Yan *et al.* 2020).

Pada skala laboratorium, meminum teh hijau dapat mengurangi kejadian infeksi influenza (Miyoshi *et al.* 2020). Katekin teh hijau bekerja pada mukosa faring ketikameminum teh hijau, atau berkumur sehingga dapat berfungsi untuk mencegah infeksi secara *in vitro* yang disebabkan oleh virus SARS-Cov-2, Dengue, atau Zika (Reygaert 2018; Onishi *et al.* 2020; Ohgitani *et al.* 2021; Tallei *et al.* 2021). Tiga polifenol teh hijau, yakni EGCG, EKG dan GCG, dapat berfungsi sebagai penghambat yang baik terhadap sintesis gen *Mpro* SARS CoV-2 (Gosh *et al.* 2020). Enzim tersebut merupakan enzim penting dalam proses perbanyakan dan transkripsi sel virus (Reygaert 2018). Senyawa EGCG sangat efektif menghambat infeksi oleh virus SARS-CoV-2 hidup dan *human coronavirus* (HCoV OC43). Infeksi pseudovirus yang diperlihatkan dengan adanya lonjakan infeksi oleh varian baru (UK-B.1.1.7, SA-B.1.351, dan CA-B.1.429) secara efisien dapat dihambat oleh senyawa EGCG.

Senyawa EGCG menurunkan kerja 3CL-protease HCoV-OC43 dan HCoV-229E. Selain itu, senyawa ini juga menurunkan kemampuan sitotoksitas yang diperkuat HCoV-OC43 dan tingkat RNA protein virus corona. Hasil ini menunjukkan bahwa senyawa EGCG menghambat perkembangbiakan virus corona (Jang *et al.* 2021; Yang *et al.* 2021). Penelitian lain menunjukkan bahwa kemampuan virusidal ekstrak teh hijau (GTE) diperantarai oleh ikatan silang oksidatif katekin ke protein virus dan perubahan sifat fisik membran virus (Lee *et al.* 2018).

2.4 Pengobatan untuk Infeksi oleh Cendawan

Kapang dermatofita dan beberapa khamir patogen dapat mengganggu kesehatan manusia dan hewan (Rahayu *et al.* 2018). Pengobatan infeksi yang disebabkan oleh cendawan, seringkali disebut mikosis, biasanya membutuhkan waktu pengobatan yang panjang. Senyawa EGCG teh hijau memiliki kerja anticendawan, terutama anti-*Candida* dengan cara yang bergantung pada pH (Mollashahi *et al.* 2015; Dinh *et al.* 2019). Senyawa EGCG memiliki kerja anticendawan kapang-kapang dermatofita (*Trichophyton mentagrophytes*, *T. verrucosum*, dan *T. rubrum*), beberapa khamir patogen (*Candida albicans* dan *Cryptococcus neoformans*, *Candida glabrata*, *Candida parapsilosis*, *Candida famata*, *Candida lusitaniae*, *Candida tropicalis* ATCC 750), dan khamir *Sporothrix brasiliensis* (Cheruiyot *et al.* 2015; Waller *et al.* 2015; Farkash *et al.* 2018). Akan tetapi, hasil yang berbeda ditunjukkan dari hasil penelitian Chen *et al.* (2015) yang mendapati senyawa EGCG tidak dapat memusnahkan *C. tropicalis* dan *Aspergillus fumigatus*.

2.5 Antiparasit

Teh hijau mengandung senyawa yang memiliki karakter antioksidan, antikoksiida, antitripanosoma, dan antileishmania sehingga mereka memiliki manfaat melawan infeksi parasit dengan cara mengurangi jumlah dan pertumbuhan parasit (Khan 2014;

Mohammed *et al.* 2015; Muthamilselvan *et al.* 2016; Zhang *et al.* 2020; Aryanti *et al.* 2021; Jelveh *et al.* 2022).

Beberapa penelitian telah dilakukan dengan menggunakan katekin daun teh terhadap protozoa ekstraseluler, usus, dan mikroaerofilik seperti *Giardia duodenalis* dan *Entamoeba histolytica* yang memiliki tahap patogen (trofozoit) dan infeksi (kista) terkait diare. Senyawa (-)-EC dan (-)-EGC adalah dua senyawa yang paling kuat aktivitas penghambatan terhadap dua patogen di atas dan *Helianthemum glomeratum*. Kedua komponen ini paling efektif sebagai komponen antiameoba dan anti giardia. (Argüello-García and Quiñonez-Bastidas 2020). Katekin, epikatekin, gallokatekin, epigallokatekin, katekin gallat, epikatekin gallat, gallokatekin gallat, dan epigallokatekin gallat melisis lebih dari 50% parasit yang ada dalam darah tikus BALB/c yang diinfeksi dengan parasit tersebut. Cara pasti penghambatan perbanyak sel trypanosoma masih belum diketahui. Namun, diduga bahwa kelompok polifenol berupa katekin mungkin bertanggung jawab untuk pengikatan spesifik katekin terhadap protein dan peptida yang menyebabkan kerja tripanosida dan penghambatan enzim arginin kinase.

Peneliti lain menunjukkan bahwa penambahan teh hijau dalam pakan ayam petelur dan ayam pedaging memperlihatkan pengurangan pengeluaran ookista melalui feses. Di laboratorium, komponen teh hijau telah memperlihatkan kerja antiparasit secara *in vitro* dengan cara menghambat penetasan telur dan perkembangan larva serta menonaktifkan larva infeksi *Teladorsagia circumcincta*, *Trichostrongylus colubriformis*, dan beberapa *Eimeria* sp. (Nguyen *et al.* 2021). Perlindungan terhadap koksidiosis pada ayam petelur yang diperantarai teh hijau disebabkan oleh dirangsangnya tatanan tanggap kebal berbasis seluler (*cell-mediated immunity*, CMI). Hipotesis ini muncul karena tanggap kebal terhadap koksidiosis burung diperlihatkan oleh peningkatan kadar interferon gamma (IFN- γ). Sementara itu, penelitian lain memperlihatkan teh hijau meningkatkan kadar immunoglobulin (Ig); dalam bentuk immunoglobulin total, IgG dan IgM pada ayam pedaging (Abbas *et al.* 2017).

2.5.1 Cara Kerja Senyawa Aktif Hayati

2.5.1.1 Dinding Sel Bakteri

Bakteri *Staphylococcus aureus* dapat mengalami cekaman pada dinding sel utamanya. Keadaan ini dapat menyebabkan peningkatan sintesis hayati gen peptidoglikan dan perubahan struktur dinding sel. EGCG Teh hijau juga mengganggu pembentukan protein pengikat penisilin 2 (PBP2) oleh galur *Staphylococcus aureus* (*methicillin-resistant Staphylococcus aureus*, MRSA) yang tahan terhadap metisillin (*methicillin*). Sintesis hayati gen peptidoglikan akan terganggu karena terganggunya PBP2 yang dihasilkan sehingga akan mengubah ketahanan bakteri terhadap obat β -laktam dan antibiotika lainnya (Steinmann *et al.* 2013; Levinger *et al.* 2012; Rosado *et al.* 2015; Buchmann *et al.* 2022).

Sintesis hayati peptidoglikan, yang merupakan bahan penyusunan utama dinding sel bakteri, terganggu oleh keberadaan EGCG dan EKG. Terganggunya sintesis hayati peptidoglikan menyebabkan kerusakan pada struktur dinding sel. Kadar EGCG dan EKG yang lebih rendah sudah cukup membuat kerusakan dinding sel bakteri positif Gram dibandingkan pada bakteri negatif Gram.

2.5.1.2 Membran Sel Bakteri

Di antara komponen yang ada di dalam daun teh, katekin menunjukkan kerja anti-bakteri yang tinggi. Cara mereka melakukannya terkait dengan kemampuan pengikatan katekin pada membran sel bakteri. Katekin mengubah membran sel bakteri dan meningkatkan *permeabilitas* yang menyebabkan sel bakteri hancur (Reygaert 2018; Parvez *et al.* 2019; Nascimento and de São José 2022).

EGCG teh hijau dapat mengikat membran sel bakteri *Escherichia coli* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Pengikatan tersebut dapat menghasilkan senawa H₂O₂ dan penumpukan spesies oksigen reaktif (*reactive oxygen species*, ROS) di dalam sel yang mengakibatkan terjadinya kerusakan membran sel (Jeon *et al.* 2014; Xiong *et al.* 2017; Nie *et al.* 2018; Yussuf *et al.* 2022).

Kerusakan membran sel yang disebabkan oleh EGCG juga menyebabkan hilangnya fungsi protein pembawa di membran yang bertanggung jawab untuk mengeluarkan racun dan penghilangan zat seperti agen antimikroba dari dalam sel. Keadaan ini menyebabkan sel bakteri mengalami keracunan sel yang akhirnya sel akan hancur (Reygaert 2014; Nakayama *et al.* 2015).

2.5.1.3 Sitoplasma Sel Bakteri

Cara lain yang digunakan oleh katekin adalah menyebabkan perubahan konduktivitas listrik relatif dan pelepasan komponen tertentu ke dalam sitoplasma sel bakteri (Liu *et al.* 2022). Cara paling utama yang dilakukan oleh katekin adalah mengikat membran sel bakteri. EGCG teh hijau memiliki muatan negatif yang dapat mengikat membran sel bakteri yang bermuatan positif, terutama pada bakteri positif Gram. Penempelan EGCG aktif teh hijau ke membran sel bakteri akan mengganggu berbagai proses di membran sel dan dapat merusaknya sehingga mengakibatkan peningkatan permeabilitas dan menyebabkan sel bakteri hancur. Lipopolisakarida (LPS) pada membran luar dinding sel bakteri negatif Gram membuat mereka lebih tahan terhadap pengikatan oleh katekin teh hijau (GTCs) (Clifford *et al.* 2013; Steinmann *et al.* 2013; Jeon *et al.* 2014; Ben Lagha *et al.* 2017; Fahmi *et al.* 2022).

2.5.1.4 Mencegah Perlekatan ke Sel Inang

Cara lain yang dilakukan adalah menghilangkan kemampuan sel bakteri melekat ke sel inang. Beberapa penelitian menggunakan biakan sel (*cell line*) manusia dan mamalia telah menunjukkan bahwa berbagai bakteri seperti *Fusobacterium nucleatum*, *Staphylococcus epidermidis*, dan *Helicobacter pylori* mengalami kemampuan melekat pada sel biakan tersebut (Ben Lagha *et al.* 2017; Falcinelli *et al.* 2017; Ritu *et al.* 2021). EGCG teh hijau juga menyebabkan hilangnya kemampuan *P. aeruginosa*, *F. nucleatum*, dan *Streptococcus mutans* membentuk lapisan hayati (*biofilm*) (Stenvang *et al.* 2016; Ben Lagha *et al.* 2017; Hengge 2019; Wang *et al.* 2019; Han *et al.* 2021; Schneider-Rayman *et al.* 2021).

Beberapa penelitian menunjukkan bahwa polifenol yang diekstrak dari teh hijau, terutama EGCG dan EKG, efektif membunuh beberapa spesies bakteri, termasuk *Pseudomonas aeruginosa*, *Clostridium botulinum*, *Clostridium perfringens*, *Bacillus cereus*, *E. coli*, *Enterococcus faecalis*, *Salmonella enterica* serovar Enteritidis (*S. Enteritidis*), *Salmonella typhimurium*, *Lactobacillus acidophilus*, *Staphylococcus aureus*, *Haemophilus parasuis*, and *Vibrio cholerae* (Guo *et al.* 2018; Dinh *et al.* 2019; Noor Mohammadi *et al.* 2019; Yan *et al.* 2020; Kong *et al.* 2022; Liu *et al.* 2022; Nascimento and de São José 2022; Siriphap *et al.* 2022).

2.5.1.5 Menghambat Pertumbuhan Bakteri

Selain membunuh bakteri di saluran pencernaan, katekin juga menghambat pertumbuhan bakteri di rongga mulut. Belum diketahui cara yang terjadi dalam proses itu. Beberapa bakteri yang dihambat pertumbuhannya adalah *Streptococcus pneumoniae*, *Streptococcus mutans*, *Actinomyces actinomycetemcomitans*, *Prevotella intermedia*, dan *Porphyromonas gingivalis*. Mereka peka terhadap ekstrak teh hijau (Araghizadeh *et al.* 2013; Sasagawa *et al.* 2021). Bakteri *Helicobacter pylori*, bakteri penting yang menyebabkan tukak lambung, dapat ditekan pertumbuhannya oleh katekin dan polifenol teh, seperti asam caffeic dan galat pertumbuhan. Sebuah studi tambahan mengungkapkan bahwa katekin teh hijau juga dapat digunakan untuk mengobati infeksi saluran kemih dan infeksi pernapasan yang disebabkan oleh bakteri (Dinh *et al.* 2019; Yan *et al.* 2020; Mokra *et al.* 2022).

2.5.1.6 Mencegah Perkecambahan Spora

Senyawa EGCG dan polifenol teh hijau diuji terhadap endospora *Bacillus cereus*, *Bacillus megaterium* dan *Bacillus subtilis*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa LTP dan EGCG-S mampu menghambat perkecambahan endospora mereka. Caranya adalah dengan merusak permukaan endospora dan merusak keutuhan spora. Senyawa EGCG-S

dan LTP adalah agen anti-spora yang stabil mencegah pembusukan makanan dan minuman yang disebabkan oleh bakteri pembentuk spora (Ali *et al.* 2017).

2.5.1.7 Mengganggu Proses Metabolisme di Dalam Sel

Selain menysar membran sel, senyawa GTC juga mengganggu fungsi sel bakteri. Salah satu fungsi sel penting yang diganggu oleh GTC adalah sintesis hayati asam lemak bakteri. Senyawa GTC dapat menghambat enzim yang terlibat dalam jalur sintesis hayati. Asam lemak adalah bahan penting untuk membangun membran sel, sebagai sumber energi, dan terlibat dalam pembuatan metabolit beracun bakteri (Wang and Ma 2013; Reygaert 2014). Senyawa GTC dan EGCG juga menysar jalur sintesis hayati asam folat. Caranya adalah dengan menghambat dan merusak enzim *dihydrofolate reductase* (DHFR). Enzim ini sangat penting dalam jalur sintesis hayati ini. (Reygaert 2014). Senyawa EGCG memiliki efek terhadap enzim termasuk penghambatan gyrase DNA bakteri, penghambatan aktivitas ATP sintase bakteri, dan penghambatan protein bakteri, seperti tirosin fosfatase dan protease sistein (Reygaert 2014).

2.5.1.8 Tatanan Kekebalan Tubuh Inang

Pembentukan H₂S bakteri berkurang karena keberadaan senyawa EGCG dan menghambat aktivitas hemolitik *F. nucleatum*, menghambat kemampuan *Listeria monocytogenes* melepaskan diri dari fagosom makrofag dengan menghambat aktivitas listeriolysin O, dan menghambat kemampuan *E. coli* memindahkan plasmid melalui konjugasi (Vodnar 2012; Noormandi and Dabaghzadeh 2014; Ben Lagha *et al.* 2017; He *et al.* 2019; Wu and Brown 2021; Fahmi *et al.* 2022; Kong *et al.* 2022). Plasmid merupakan komponen genetik yang membawa informasi genetik bakteri, misalnya sifat tahan terhadap antibiotika, kemampuan menghasilkan toksin, dan sebagainya,

2.5.1.9 Mengganggu Peran Domain Pengikat Reseptor (*receptor binding domain*, RBD)

Satu studi mengungkapkan bahwa senyawa EGCG menghambat infeksi pada langkah masuk melalui gangguan terhadap fungsi RBD ke reseptor angiotensin-converting enzyme 2 (ACE2) yang ada di sel inang (Liu *et al.* 2021).

2.5.1.10 Merusak Membrane Lipida

Senyawa EGCG berikatan dengan membran lipida dan mempengaruhi metabolisme asam folat bakteri dan cendawan. Keadaan ini menghambat enzim sitoplasma dihidrofolat reduktase (Steinmann *et al.* 2013).

2.5.1.11 Menghambat Pembentukan Lapisan Hayati (*biofilm*)

Lapisan hayati adalah kumpulan sel jasad renik yang berhubungan dengan permukaan, baik biotik maupun abiotik, yang dibungkus dalam matriks zat polimer ekstraseluler. Bagi jasad-jasad renik patogen, pembentukan lapisan hayati melindungi jasad renik terhadap tatanan kekebalan tubuh inang dan seringkali membantu mereka tumbuh dan menimbulkan infeksi kronis. Selain itu, jasad renik patogen di dalam lapisan hayati sangat terhindar dari sasaran antibiotika sehingga infeksinya sulit diobati. Dengan demikian, kemampuan membentuk lapisan hayati merupakan faktor virulensi pada jasad-jasad renik patogen.

Senyawa EGCG teh hijau ternyata memiliki kemampuan menghambat *C. albicans* dan khamir patogen lainnya membentuk lapisan hayati (Kirchhoff *et al.* 2017; Farkash *et al.* 2018).

2.5.1.12 Bersinergi dengan senyawa antibioka/anticendawan

Senyawa EGCG teh hijau dapat bersinergi dengan obat-obat anticendawan. Senyawa ini meningkatkan kerja anticendawan amfoterisin B dan flukonazol ke sel *C. albicans*. Dengan demikian, Komponen senyawa EGCG dapat mengatasi permasalahan ketahanan *C. albicans* terhadap amfoterisin B dan flukonazol (Anand and Rai 2017).

2.6 Pengaruh terhadap Penyakit Metabolik dan Degeneratif

2.6.1 Pengaruh terhadap Lipolysis dan Kegemukan

Bahan aktif yang dikandung teh putih mampu menurunkan penyerapan lipida dan meningkatkan oksidasi lemak sehingga mengurangi trigliserida, kolesterol dan leptin. Juga, merangsang energi pengeluarannya (Haibo *et al.* 2016; Abiri *et al.* 2023; Wang *et al.* 2024).

Senyawa fenolik teh berperan penting dalam efek anti-obesogenik. Beberapa penelitian menggunakan tikus yang mengalami kegemukan (obesitas) dan diberi makan mengandung senyawa polifenol teh hijau memperlihatkan proses penekanan lipogenesis di jaringan adiposa dan aktivasi AMP-activated protein kinase (AMPK). Keadaan ini ; ini menyebabkan sebuah peningkatan ekspresi mRNA GLUT4 dan penurunan kadar lipid plasma, dan merangsang oksidasi asam lemak (Lin *et al.* 2008; Abiri *et al.* 2023). Namun, ada Penelitian lain yang menyatakan bahwa senyawa polifenol dari teh memberikan dampak terhadap kegemukan (Khiewkamrop *et al.* 2018; Ohishi *et al.* 2021).

2.6.2 Penyakit hipertensi dan kardiovaskular

Masyarakat Jepang yang meminum 3–4 cangkir teh dapat mengurangi risiko terhadap stroke iskemik (Tian *et al.* 2020; Wang *et al.* 2023). Penelitian lain yang dilakukan terhadap 612 orang di Jepang memperlihatkan peningkatan minum teh hijau hubungan berbanding terbalik secara nyata dengan prevalensi penyakit jantung koroner dan penyakit arteri (Wang *et al.* 2020). Pasien yang minum lebih dari tiga cangkir per hari mengalami prevalensi yang lebih rendah dibandingkan mereka yang meminum kurang dari satu cangkir per hari.

Katekin teh hijau meningkatkan kadar nitrat oksida plasma yang dapat menghambat sitokin pro-inflamasi dan pengumpulan trombosit sehingga terjadi perbaikan disfungsi endotel dan aliran darah (Mangels dan Mohler 2017).43,44. Senyawa EGCG, quercetin dan theanine menunjukkan kerja antihipertensi yang kuat (Ożarowski *et al.* 2018; Elbarbry *et al.* 2020; Xu *et al.* 2020; Mohd Sabri NA *et al.* 2022; Parn *et al.* 2022; Khor *et al.* 2023).

2.6.3 Pengendalian Glikemik dan Diabetes

Beberapa penelitian memperlihatkan meminum teh putih dan teh hijau dapat menurunkan glukosa darah secara nyata dan perbaikan intoleransi glukosa setelah minum teh putih. Selain itu, teh putih dan teh hijau memiliki melindungi sel β di pulau Langerhans melawan kerusakan oksidatif dan peradangan (Rahma *et al.* 2017; Chen *et al.* 2019; Chen *et al.* 2020; Ansari *et al.* 2022; Avicena 2023; Ayuningtias *et al.* 2024; Ciftel *et al.* 2024). Kemampuan teh putih menurunkan glukosa darah lebih baik dibandingkan teh hijau (Avicena 2023).

Senyawa EGCG mencegah kehancuran pulau Langerhans dan memodulasi gen enzim yang relevan dan mengurangi serum kadar glukosa (Jia *et al.* 2020; Faheem dan Ali 2021; Chen *et al.* 2022; Xia *et al.* 2024). Flavonoida teh menekan penyerapan glukosa di usus melalui penghambatan kerja α -glukosidase dan merangsang pembawa glukosa 4 (GLUT4) dengan memperantarai penyerapan glukosa dan meningkatkan kepekaan insulin (Ogooluwa *et al.* 2018; Al-Ishaq *et al.* 2019; Li *et al.* 2023; Zhou *et al.* 2023; Thompson *et al.* 2024). Quercetin, genistein, katekin dan theaflavin teh hijau memiliki kerja menghambat kerja reseptor insulin tirosin kinase IRS-1, dan IRS-2.22 (Gothandam *et al.* 2019; Wen *et al.* 2022; De la Fuente-Muñoz *et al.* 2023; Zhou *et al.* 2023).

2.6.4 Mencegah Pembentukan Batu Ginjal

Kajian epidemiologik memperlihatkan bahwa meminum teh secara teratur mengurangi risiko terbentuknya batu ginjal sebesar 13% perempuan dan 22%

pada laki-laki (Shu *et al.* 2019; Liu *et al.* 2022). Meskipun teh hijau juga mengandung oksalat, meminum teh hijau secara teratur justru bisa mengurangi jumlah kristal dalam ginjal (Shu *et al.* 2019; Nasrul dan Sehgal 2020; Li *et al.* 2021; Wang *et al.* 2021; Zhang *et al.* 2022). Cara lain yang diyakini bertanggung jawab atas penurunan risiko lithiasis adalah peningkatan asupan cairan, efek diuretik, natriuretik dari kafein, sifat antioksidan dan anti-peradangan dari polifenol.

Selain pencegahan terhadap pembentukan batu ginjal, senyawa EGCG teh juga bisa mencegah beberapa penyakit ginjal, seperti luka ginjal akut, atau nefropati diabetik. Sejauh ini, telah dilaporkan bahwa EGCG teh hijau meningkatkan albuminuria pada nefropati diabetik. Caranya adalah melibatkan kerja *diacylglycerol kinase α* (DGK α) dan penurunan pembentukan ROS sehingga melindungi kerja ginjal (Meng *et al.* 2019; Hayashi *et al.* 2020; Mohan *et al.* 2020; Barocio-Pantoja *et al.* 2021, Ladeira *et al.* 2021; Yazdanpanah *et al.* 2023).

2.6.5 Gangguan Syaraf

Sel mikroglial yang terlalu aktif menyebabkan peradangan syaraf yang berperan utama dalam gangguan neurologik yang dapat mengganggu fungsi syaraf dengan melepaskan mediator peradangan. Akhirnya peradangan ini menyebabkan gangguan syaraf dan kematian. Penghambatan mikroglia yang terlalu aktif merupakan pendekatan terapi yang efektif untuk mengendalikan peradangan syaraf (Farkhondeh *et al.* 2020).

Senyawa polifenol katekin yang terdapat pada teh hijau, selain memiliki kerja anti-peradangan dan efek antioksidan, melalui pemblokiran produksi sitokin yang berlebihan dan jalur inflamasi menghambat fosforilasi protein *tau*, agregasi amiloida β , pelepasan protein apoptosis, menurunkan alpha-synuclein tingkat, dan meningkatkan tingkat dopamine (Pervin *et al.* 2018; Afzal *et al.* 2022).

Penelitian lain memperlihatkan cara senyawa polifenol katekin mengatasi masalah penyakit neurodegenerative melalui pengendalian microbiota usus. Mikrobiota di usus memodulasi kerja syaraf dan mengaktifkan mikroglia melalui tatanan kekebalan tubuh, metabolisme asam amino, dan syaraf organ jeroan (*visceral*) sehingga memberikan efek pengaturan pada fungsi otak (Xu *et al.* 2023).

2.6.6 Kesehatan Tulang

Kebiasaan meminum berbagai jenis teh mengurangi risiko patah tulang pinggul (Xia *et al.* 2021; Huang *et al.* 2023). Kepadatan mineral tulang terlihat lebih baik pada wanita pasca menopause yang memiliki kebiasaan minum teh.

wanita yang minum teh (Huang *et al.* 2020; Lee *et al.* 2022; Xing *et al.* 2024). Hasil meminum teh putih memberikan perlindungan yang paling baik dibandingkan jenis teh lainnya. Sedangkan teh hitam menunjukkan rangsangan tulang yang paling besar (Tomaszewska *et al.* 2018; McAlpine *et al.* 2021; Abiri *et al.* 2023; Xie *et al.* 2024). Meminum teh putih, teh hijau, dan teh hitam secara teratur memberikan perlindungan kesehatan tulang dengan menjaga metabolisme di dalam tulang, termasuk menyerap mineral toksik seperti kadmium (Cd) dan plumbum (Pb) (Tomaszewska *et al.* 2018).

2.6.7 Kesehatan Mulut

Halitosis adalah keadaan mulut yang mengeluarkan aroma yang kurang sedap. Halitosis bisa saja disebabkan oleh adanya beberapa senyawa yang mudah menguap (*volatile*) yang dihasilkan oleh kerja bakteri yang normal berada di dalam mulut. Bakteri mencerna sisa-sisa makanan yang ada di dalam rongga mulut dan menghasilkan senyawa tersebut. Senyawa EGCG dapat mengurangi halitosis dengan cara menghilangkan bakteri dan menghambat pertumbuhan bakteri sehingga mengurangi risiko mengalami halitosis, mencegah gigi berlubang dan karies (Kong *et al.* 2022; Jin *et al.* 2024).

2.6.8 Kesehatan Kulit

Sudah dijelaskan di atas bahwa senyawa aktif hayati yang dikandung daun teh memiliki sifat anti peradangan dan antioksidan sehingga mampu mengobati jerawat yang disebabkan oleh bakteri, atau khamir (Saric *et al.* 2016; Kim *et al.* 2021; Di Sotto *et al.* 2022).

Ekstrak teh hijau bisa digunakan secara topikal untuk penyembuhan luka kulit (Kouhahabidehkordi *et al.* 2021; Xu *et al.* 2021; Pipelzadeh *et al.* 2022).

2.6.9 Anti Kanker dan Anti Mutagenik

Kemampuan senyawa aktif hayati yang ada di daun teh telah lama diketahui memiliki sifat anti kanker dan anti mutagenik. Polifenol dalam daun teh menekan pertumbuhan tumor dan perbanyakkan sel kanker serta proapoptosis dan memiliki efek kemopreventif (Chen *et al.* 2018; Bhosale *et al.* 2020; Lee *et al.* 2021; Li *et al.* 2022; Luo *et al.* 2024). Cara kerja antimutagenesis dan antikarsinogenesis polifenol teh dilakukan dengan cara ekstraseluler dan intraseluler termasuk modulasi metabolisme, penghambatan, atau penekanan, modulasi perbanyakkan DNA dan efek perbaikan, promosi, penghambatan invasi dan metastasis, serta menggertak cara baru (Kuroda dan Hara 1999; Bhattacharya *et al.* 2011). Senyawa EGCG bekerja dengan mengurangi kerja telomerase dan kaspase. Selain itu, EGCG juga mengubah sinyal epigenetik dalam sel kanker melalui perubahan histon dan metilasi DNA (Liu *et al.* 2017; Ali dan Walter 2023; Talib *et al.* 2024). Namun, peranan senyawa EGCG terhadap beberapa kanker paru-paru, mulut, atau ovarium masih diperlukan

penelitian yang mendalam karena efek senyawa EGCG terhadap kanker-kanker tersebut pengurangan risikonya hanya sekitar 19% (Abe dan Inoue 2020). Penelitian saat ini berpusat pada dampak senyawa aktif hayati dalam daun teh pada kanker kolorektal (Liu *et al.* 2018; Bondarian *et al.* 2019; Hayashi *et al.* 2020; Wang *et al.* 2020), kanker payudara (Wang *et al.* 2020), dan prostat (Sharifi-Zahabi *et al.* 2021; Kumar *et al.* 2022).

2.6.10 Efek terhadap Cekaman (*stress*) dan Fungsi Otak

Beberapa penelitian telah memperlihatkan bahwa kebiasaan meminum teh memberikan efek terhadap kesehatan mental, memori dan belajar, cekaman, kecemasan, depresi, dan penyakit neurodegeneratif (Steptoe *et al.* 2007; Asil *et al.* 2021; Afzal *et al.* 2022; Bakhriansyah *et al.* 2022; Wei *et al.* 2023).

Penyakit Parkinson (*Parkinson Disease*, PD) dan Penyakit Alzheimer (*Alzheimer Disease*) merupakan dua dari sekian penyakit kerusakan syaraf. Polifenol teh dapat menurunkan kejadian PD dan AD dengan cara cekaman oksidatif dan mengatur jalur sinyal dan khelasi logam. Theanine dapat menghambat reseptor glutamat dan mengatur kadar glutamin ekstraseluler, sehingga menimbulkan efek perlindungan syaraf (*neuroprotective*). Selain itu, cara perlindungan syaraf yang dilakukan oleh kafein dan theaflavin dengan terlibat pada kemampuan memerangi reseptor adenosin A2AR dan sifat antioksidan (Chen *et al.* 2018).

Theanine adalah salah satu asam amino paling melimpah dalam teh dan memiliki bentuk yang mirip dengan neurotransmitter rangsang asam glutamat (Glu) dan neurotransmitter penghambat asam gamma-aminobutyric (GABA). Ini berarti theanine memiliki efek neuroprotektif dan anti-cekaman (Unno *et al.* 2021) di bawah keadaan istirahat. Sifat kerja seperti ini menjadikan theanin sebagai agen ansiolitik karena orang yang meminum teh hijau merasa rileks dan tenang (Hidese *et al.* 2019).

Meminum teh hijau bermutu baik yang mengandung katekin mengurangi risiko mengalami demensia yang jauh lebih rendah. Katekin yang merupakan ekstrak teh hijau meningkatkan pemrosesan memori kerja (Afzal *et al.* 2022); meningkatkan kerja otak dengan meningkatkan gelombang α , β dan θ di bagian depan dan tengah garis tengah otak (Baba *et al.* 2020; Unno dan Nakamura 2021; Kurosaka *et al.* 2024). Agregasi protein amiloid-beta ($A\beta$), yang menjadi penyebab penyakit Alzheimer dapat dihambat oleh senyawa-senyawa aktif hayati daun teh, seperti EGCG dan ECG. Kedua bahan hayati ini juga menghambat persaingan asetilkolinesterase dan butirilkolinesterase yang nyata sehingga dapat memulihkan kadar sinaptik asetilkolin. Jadi, meminum teh putih dan hijau secara rutin dapat mencegah terkena penyakit Alzheimer (Baranowska-Wójcik *et al.* 2020; Chen *et al.* 2020; Fernandes *et al.* 2021; Chen *et al.* 2022; Maysha *et al.* 2023).

2.6.11 Kesehatan Paru-Paru

Cedera paru-paru akut dan sindrom gangguan pernapasan akut merupakan komplikasi klinis yang serius dengan tingkat penyebaran (morbiditas) dan kematian (mortalitas) yang tinggi (Li *et al.* 2019). Salah satu hasil Penelitian yang menggunakan hewan coba menunjukkan bahwa pengobatan dengan EGCG memperbaiki lesi histopatologik, mengurangi penanda pro-inflamasi dan meningkatkan kemampuan perbaikan sel paru-paru dengan meningkatkan ekspresi Ki67, PCNA dan protein Ang-1 (Almatroodi *et al.* 2020; Khan *et al.* 2020).

2.6.12 Kesehatan Organ Reproduksi

Teh hijau dapat digunakan sebagai terapi baru untuk meningkatkan angka kesuburan dan mengatasi ketidaksuburan (*infertility*) pada manusia dan hewan. Kandungan EGCG yang ada di dalam teh hijau dapat merangsang dan mengatur hormon yang mengatur siklus menstruasi. Mereka juga dapat memodulasi kadar hormon progesteron dan estrogen, serta meningkatkan kesuburan sehingga menjadi pengobatan alternatif yang mungkin meningkatkan angka kehamilan (Ishikawa *et al.* 2022). Teh hijau meringankan keparahan gejala fibroid rahim dan memperbaiki endometriosis melalui mekanisme anti-fibrotik, anti-angiogenik, dan pro-apoptosis. Selain itu, dapat mengurangi kontraktilitas rahim dan memperbaiki hiperalgesia umum yang berhubungan dengan sakit ketika menstruasi (*dysmenorrhea*) dan adenomiosis. Kandungan EGCG dalam teh hijau dapat menjadi pengobatan simptomatik untuk menopause yang menurunkan penambahan berat badan dan osteoporosis, serta sindrom ovarium polikistik (PCOS) (Rahman *et al.* 2018; Xhang *et al.* 2020; Kamal *et al.* 2021; Hazimeh *et al.* 2023).

Sifat antioksidan teh hijau yang tinggi dapat merawat jaringan testis yang rentan terhadap aksi radikal bebas karena tingginya tingkat pembelahan sel. Mereka dapat menekan proses peradangan dan pengrusakan DNA, serta meningkatkan pergerakan dan daya hidup sperma (Ishikawa *et al.* 2022; Shah *et al.* 2024).

Beberapa studi klinik menunjukkan efek penghambatan EGCG teh hijau terhadap kanker sistem reproduksi pria dan wanita, termasuk kanker ovarium, serviks, endometrium, payudara, testis, dan prostat (Miyata *et al.* 2019; Hung *et al.* 2022; Parish *et al.* 2023; Włodarczyk *et al.* 2024).

2.6.13 Kesehatan Hati

Kandungan EGCG dalam teh hijau mengurangi penambahan berat badan, massa lemak usus, glukosa darah puasa, tahan terhadap insulin, kolesterol serum dan tingkat keparahan perlemakan hati. Senyawa EGCG meningkatkan kadar mRNA kolesterol 7 α -hidroksilase, HMG-CoA reduktase, reseptor

lipoprotein densitas rendah dan reseptor B1. Kandungan asam empedu usus juga menurun oleh adanya kandungan EGCG dalam teh hijau yang diperlihatkan keberadaannya yang meningkat dalam tinja (Huang *et al.* 2018; Ushiroda *et al.* 2019; Wang *et al.* 2022; James *et al.* 2023; Zhou *et al.* 2023).

Meminum teh hijau secara rutin dapat mencegah penurunan fungsi dan kerusakan hati serta melindungi hati secara keseluruhan. Beberapa enzim hati akan meningkatkan ketika sel-sel hati diganggu oleh oksidan, atau pencemar makanan, teh hijau menormalkan kembali enzim-enzim tersebut, seperti katalase (CAT), *superoxide dismutase* (SOD), glutathione peroxidase (GPx), alanine aminotransferase (ALT), Aspartate aminotransferase (AST), alkaline phosphatase (ALP), hepatic lactate dehydrogenase (LDH) serum, total protein dan kandungan hepatic protein carbonyl (PC) (Heikal *et al.* 2013; Maiti *et al.* 2019; Hsu *et al.* 2022).

Ada penyakit organ hati yang tanpa disadari diderita oleh seseorang. Penyakit itu dikenal sebagai penyakit hati berlemak non-alkohol (*nonalcoholic fatty liver disease*, NAFLD). Penyakit ini menyerang organ hati orang-orang yang minum sedikit, atau malah tanpa alkohol. Penyakit menyebabkan terlalu banyak lemak menumpuk di hati. Mudah terlihat pada orang yang kelebihan berat badan atau obesitas. NAFLD menyebabkan hati membengkak dan rusak akibat timbunan lemak di hati. lebih parah lagi dapat menyebabkan terbentuknya jaringan parut pada organ hati yang serius, yang disebut sirosis, dan bahkan kanker hati. Dalam penelitian pada hewan , ekstrak teh hijau (terutama yang kaya akan EGCG) dapat secara efektif mengurangi penyakit hati berlemak non-alkohol (Hodges *et al.* 2020; Khoo *et al.* 2020; Naito *et al.* 2020; Du *et al.* 2021; Xin *et al.* 2021; Tang *et al.* 2021; Abunofal dan Mohan 2022; Ding *et al.* 2023; James *et al.* 2023).

Ada satu protein yang ada di sel hati yang diberi nama faktor-inti Kappa β (*nuclear factor-kappa β*) yang berperan ketika terjadi peradangan di hati. Faktor-inti kapp β telah lama dianggap sebagai jalur sinyal pendukung peradangan (*proinflammation*). Faktor-inti kapp β membantu mengendalikan banyak fungsi dalam sel, termasuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup sel. Protein ini dapat terlalu aktif atau ditemukan dalam jumlah yang lebih tinggi dari normal pada beberapa jenis sel kanker (Yeong dan Chew 2016). Teh hijau dapat mengurangi kerja faktor nuklir-kapp β , yang terlibat dalam perkembangan peradangan hati. Teh putih menunjukkan kemampuan yang sangat baik dalam mencegah kerusakan akibat efek antioksidannya (Sara *et al.* 2019; Hodges *et al.* 2020; Tang *et al.* 2021; Truong dan Jeong 2021; Wang *et al.* 2022; James *et al.* 2023; Mokra *et al.* 2023). 25.100

3. Kesimpulan

Polifenol, terutama epigallocatechin gallate (EPGC), yang terkandung dalam teh putih dan hijau memiliki manfaat kesehatan ketika diminum secara rutin. Mereka memiliki kemampuan untuk

mengendalikan infeksi yang disebabkan oleh jasad renik dan cacing. Mereka juga mampu menjaga kesehatan organ-organ dalam tubuh dan mencegah terjadinya penyakit-penyakit metabolik dan degeneratif,

4. Pustaka

- Abbas A, Iqbal Z, Abbas RZ, Khan MK, Khan JA, Hussain K, Mahmood MS, and Rizwan HM. Immunomodulatory Effects of *Camellia sinensis* against Coccidiosis in Chickens. *J Anim Plant Sci.* (2017) 27(2): 415-421.
- Abe SK, Inoue M. 2020. Green tea and cancer and cardiometabolic diseases: a review of the current epidemiological evidence. *Eur. J. Clin. Nutr.*, 75(6): 865-876. doi: 10.1038/s41430-020-00710-7.
- Abiri, B, Amini, S, Hejazi, M, Hosseinpanah, F, Zarghi, A, Abbaspour, F, Valizadeh, M. 2023. Tea's anti-obesity properties, cardiometabolic health-promoting potentials, bioactive compounds, and adverse effects: A review focusing on white and green teas. *Food Science & Nutrition*, 11: 5818–5836. <https://doi.org/10.1002/fsn3.3595>
- Abunofal O, Mohan C. 2022 Salubrious Effects of Green Tea Catechins on Fatty Liver Disease: A Systematic Review. *Medicines*, 9: 20. <https://doi.org/10.3390/medicines9030020>
- Afzal O, Dalhat MH, Altamimi ASA, Rasool R, Alzarea SI, Almalki WH, Murtaza BN, Iftikhar S, Nadeem S, Nadeem MS, Kazmi I. 2022. Green Tea Catechins Attenuate Neurodegenerative Diseases and Cognitive Deficits. *Molecules*, 27: 7604. <https://doi.org/10.3390/molecules27217604>
- Al-Ishaq RK, Abotaleb M, Kubatka P, Kajo K, Büsselberg D. 2019. Flavonoids and Their Anti-Diabetic Effects: Cellular Mechanisms and Effects to Improve Blood Sugar Levels. *Biomolecules*, 9(9): 430. doi: 10.3390/biom9090430.
- Ali B, Lee LH, Laskar N, Shaikh N, Tahir H, Hsu SD, Newby Jr R, Valsechi-Diaz J, and Chu T.. Modified Green Tea Polyphenols, EGCG-S and LTP, Inhibit Endospore in Three *Bacillus* spp. *Adv Microbiol.* (2017) 7: 175-187. <https://doi.org/10.4236/aim.2017.73014>
- Almatroodi SA, Almatroudi A, Alsahli MA, Aljasir MA, Syed MA, Rahmani AH. 2020. Epigallocatechin-3-Gallate (EGCG), an Active Compound of Green Tea Attenuates Acute Lung Injury Regulating Macrophage Polarization and Krüppel-Like-Factor 4 (KLF4) Expression. *Molecules*, 25(12): 2853. doi:10.3390/molecules25122853
- Anand J, and Rai N. Anticandidal synergistic activity of green tea catechins, antimycotics and copper sulphate as a mean of combinational drug therapy against candidiasis. *J Mycol Méd.* (2017) 27(1): 33-45. <https://doi.org/10.1016/j.mycmed.2016.08.004>
- Ansari P; Hannan, JMA; Choudhury ST; Islam SS; Talukder A; Seidel V; Abdel-Wahab YHA. 2022. Antidiabetic Actions of Ethanol Extract of *Camellia sinensis* Leaf Ameliorates Insulin Secretion, Inhibits the DPP-IV Enzyme, Improves Glucose Tolerance, and

Increases Active GLP-1 (7–36) Levels in High-Fat-Diet-Fed Rats. *Medicines*, 9(56).
<https://doi.org/10.3390/medicines9110056>

Araghizadeh A, Kohanteb J, Fani MM. Inhibitory Activity of Green Tea (*Camellia sinensis*) Extract on Some Clinically Isolated Cariogenic and Periodontopathic Bacteria. *Med Princ Pract.* (2013) 22(4): 368 – 372. DO: 10.1159/000348299

Argüello-García R, and Quiñonez-Bastidas GN. Catechins as Emerging and Promising Antiparasitic Agents. *Biomed J Sci & Tech Res.* (2020) 30(1): 23065-23071. DOI: 10.26717/BJSTR.2020.30.004895

Aryanti R, Perdana F. and Syamsudin RAMR. Study of Antioxidan Activity Testing Methods of Green Tea (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze)”. *JSM*, (2021) 7(1): 15-24.
doi:10.33084/jsm.v7i1.2024.

Asil E, Yılmaz MV, Yardimci H. 2021. Effects of black tea consumption and caffeine intake on depression risk in black tea consumers. *Afri Health Sci.*, 21(2): 858-865.
<https://dx.doi.org/10.4314/ahs.v21i2.47>

Avicena R. 2023. Efektivitas Teh Putih Dibandingkan dengan Teh Hijau dalam Menurunkan Kadar Glukosa Darah pada Subjek Prediabetes Mellitus. [Tesis] Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

Ayala G, Escobedo-Hinojosa WI, Cruz-Herrera CFL, Romero I. Exploring alternative treatments for *Helicobacter pylori* infection. *World J Gastroenterol.* (2014) 20(6): 1450-1469 DOI: 10.3748/wjg.v20.i6.1450]

Ayuningtias W, Bahri S, Sedijani P. 2024. The Effect of Green Tea (*Camellia Sinensis* L) Steeping on Blood Glucose Levels of Mice. *Jurnal Biologi Tropis*, 24(1): 536–541.
<https://doi.org/10.29303/jbt.v24i1.6648>

Baba Y, Inagaki S, Nakagawa S, Kaneko T, Kobayashi M, Takihara T. 2020. Effect of Daily Intake of Green Tea Catechins on Cognitive Function in Middle-Aged and Older Subjects: A Randomized, Placebo-Controlled Study. *Molecules*, 25(18): 4265.
doi:10.3390/molecules25184265

Bakhriansyah M, Sulaiman SN, Fauzia R. 2022. The effect of *Camellia sinensis* tea on a decreased risk of anxiety for medical students at Universitas Lambung Mangkurat Indonesia. *Clin Epidemiol Global Health*, 17: 101114.
<https://doi.org/10.1016/j.cegh.2022.101114> .

Bagheri R, Rashidlamir A, Ashtary-Larky D, Wong A, Alipour M, Motevalli MS, Chebbi A, Laher I, Zouhal H. 2020. Does green tea extract enhance the anti-inflammatory effects of exercise on fat loss? *Br J Clin Pharmacol.* 2020; 86: 753–762.
<https://doi.org/10.1111/bcp.14176>

- Baranowska-Wójcik E, Szwajgier D, Winiarska-Mieczan A. 2020. Regardless of the Brewing Conditions, Various Types of Tea are a Source of Acetylcholinesterase Inhibitors. *Nutrients*, 12(3): 709. doi:10.3390/nu12030709
- Barocio-Pantoja M, Quezada-Fernández P, Cardona-Müller D, Jiménez-Cázares MB, Larios-Cárdenas M, González-Radillo OI, García-Sánchez A, Carmona-Huerta J, Chávez-Guzmán AN, Díaz-Preciado PA, Balleza-Alejandri R, Pascoe-González S, Grover-Páez F. 2021. Green Tea Extract Increases Soluble RAGE and Improves Renal Function in Patients with Diabetic Nephropathy. *J Med Food*, 24(12): 1264-1270. doi: 10.1089/jmf.2020.0212.
- Ben Lagha A, Haas B, and Grenier D. Tea polyphenols inhibit the growth and virulence properties of *Fusobacterium nucleatum*. *Sci Rep.* (2017) 7: 44815. doi:10.1038/srep44815.
- Bhattacharya U, Mukhopadhyay S, Giri AK. 2011. Comparative antimutagenic and anticancer activity of three fractions of black tea polyphenols thearubigins. *Nutr. and Cancer J.* [Internet] Tersedia pada <https://vivo.weill.cornell.edu/display/pubid21919645> [Disitasi pada 06 Juni 2024]
- Bhosale PB, Ha SE, Vetrivel P, Kim HH, Kim SM, Kim GS. 2020. Functions of polyphenols and its anticancer properties in biomedical research: a narrative review. *Translational Cancer Res.*, 9(12): December 23, 2020. <https://tcr.amegroups.org/article/view/46882>
- Bondarian F, Ebrahimi A, Mahjoubi F, Hervan E, Gonbad R, 2019. Evaluation of phytochemical content of white tea clone 100 and changes the expression of tumor suppressor genes on colorectal cancer cell line HCT116, *Pharmacogn. Res.*, 11: 224-229. [Internet] Tersedia pada <https://www.phcogres.com/sites/default/files/PharmacognRes-11-3-224.pdf> [Disitasi pada 07 Juni 2024]
- Buchmann D, Schultze N, Borchardt J, Böttcher I, Schaufler K, Guenther S. Synergistic antimicrobial activities of epigallocatechin gallate, myricetin, daidzein, gallic acid, epicatechin, 3-hydroxy-6-methoxyflavone and genistein combined with antibiotics against ESKAPE pathogens. *J Appl Microbiol.* (2022) 132(2): 949–963. <https://doi.org/10.1111/jam.15253>
- Chasanah U, Ermawati D, Utami, DP, and Hayati, AN. Characterisation and Antibacterial Activity of Green Tea Extract-Enriched Solid Goat's Milk Soap. *Pharm Sci Res.* (2022); 9(3): Article 2. DOI: 10.7454/psr.v9i3.1257.
- Chen X, Chang L, Qu Y, Liang J, Jin W, Xia X. 2018. Tea polyphenols inhibit the proliferation, migration, and invasion of melanoma cells through the down-regulation of TLR4. *Int J Immunopathol Pharmacol.*, 32: 394632017739531. doi: 10.1177/0394632017739531.
- Chen Z-R, Huang J-B, Yang S-L, Hong F-F. 2022. Role of Cholinergic Signaling in Alzheimer's Disease. *Molecules*, 27: 1816. <https://doi.org/10.3390/molecules27061816>

- Chen L, Mo H, Zhao Gao W, Wang S, Cromie MM, Lu C, Wang JS, and Shen CL. Therapeutic properties of green tea against environmental insults, *J Nutr Biochem.* (2017) 40: 1–13. doi:10.1016/j.jnutbio.2016.05.005.
- Chen Y, Li W, Qiu S, Qiu S, Vladmir C, Xu X, Wang X, Nian X, Chen Q, Wang Q, Tu P, Zhang L, Yan S, Li K, Chen J, Wu H, Wang X, Wang X, Liu J, Cai M, Wang Z, Wang B, Sun Z. 2020. Tea consumption and risk of diabetes in the Chinese population: a multi-centre, cross-sectional study. *British J Nutr.*, 123(4): 428-436. doi:10.1017/S000711451900299X
- Chen Q, Shi J, Mu B, Chen Z, Dai W, and Lin Z. Metabolomics combined with proteomics provides a novel interpretation of the changes in non-volatile compounds during white tea processing, *Food Chem.* (2020) 332: 127412. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2020.127412>
- Chen T-S, Liao W-Y, Huang C-W, Chang C-H. 2022. Adipose-Derived Stem Cells Preincubated with Green Tea EGCG Enhance Pancreatic Tissue Regeneration in Rats with Type 1 Diabetes through ROS/Sirt1 Signaling Regulation. *Intern J Mol Sci.* 23(6): 3165. <https://doi.org/10.3390/ijms23063165>
- Chen S-Q, Wang Z-S, Ma Y-X, Zhang W, Lu J-L, Liang Y-R, Zheng X-Q. 2018. Neuroprotective Effects and Mechanisms of Tea Bioactive Components in Neurodegenerative Diseases. *Molecules*, 23(3): 512. <https://doi.org/10.3390/molecules23030512>
- Chen T, Yang Y, Zhu S, Lu Y, Zhu L, Wang Y, Wang X. 2020. Inhibition of A β aggregates in Alzheimer's disease by epigallocatechin and epicatechin-3-gallate from green tea. *Bioorganic Chemistry*, 105: 104382. <https://doi.org/10.1016/j.bioorg.2020.104382>
- Chen M, Zhai L, and Arendrup MC. *In vitro* activity of 23 tea extractions and epigallocatechin gallate against *Candida* species. *Med Mycol.* (2015) 53(2): 194–198. <https://doi.org/10.1093/mmy/myu073>
- Cheruiyot SE, Muturi M, and Bii C. Antifungal Activities of *Camellia Sinensis* Crude Extract on Selected Pathogenic and Mycotoxic Fungi. *J Bacteriol Mycol.* (2015) 2(2): 1015.
- Ciftel E, Mercantepe F, Mercantepe T, Akyildiz K, Yilmaz A, Ciftel S. 2024. Comparative Analysis of Epigallocatechin-3-Gallate and TNF-Alpha Inhibitors in Mitigating Cisplatin-Induced Pancreatic Damage Through Oxidative Stress and Apoptosis Pathways. *Biol Trace Elem Res.* <https://doi.org/10.1007/s12011-024-04239-9>
- Clifford MN, van der Hoof JJJ, and Crozier A. Human studies on the absorption, distribution, metabolism, and excretion of tea polyphenols. *Am J Clin Nutr.* (2013) 98(6): 1619S–1630S. <https://doi.org/10.3945/ajcn.113.058958>
- De la Fuente-Muñoz M, De la Fuen-te-Fernández M, Román-Carmena M, Amor S, Iglesias-de la Cruz MC, García-Laínez G, Llopis S, Martorell P, Verdú D, Serna E, García-Villalón ÁL, Guilera SI, Inarejos-García AM, Granado M. 2023. Supplementation with a New

Standardized Extract of Green and Black Tea Exerts Antiadipogenic Effects and Prevents Insulin Resistance in Mice with Metabolic Syndrome. *Int. J. Mol. Sci.* 24: 8521. <https://doi.org/10.3390/ijms24108521>

[DJP] Direktorat Jenderal Perkebunan/Directorate General of Estate. Current status of Indonesian tea industry. Ministry of Agriculture of Republic of Indonesia. (2021) [Internet] Available on <https://www.o-cha.net/english/association/information/documents/20211019-CurrentstatusofIndonesianteaindustry.pdf> [Cited on March 30th 2023]

Ding S-B, Chu X-L, Jin Y-X, Jiang J-J, Zhao X, Yu M. 2023, Epigallocatechin gallate alleviates high-fat diet-induced hepatic lipotoxicity by targeting mitochondrial ROS mediated ferroptosis. *Front. Pharmacol.*, 14: 1148814. doi: 10.3389/fphar.2023.1148814.

Dinh TC, Thi Phuong TN, Minh LB, Minh Thuc VT, Bac ND, Van Tien N, Pham VH, Show PL, Tao Y, Nhu Ngoc VT, Bich Ngoc NT, Jurgoński A, Thimiri Govinda Raj DB, Van Tu P, Ha VN, Czarzasta J, and Chu DT. The effects of green tea on lipid metabolism and its potential applications for obesity and related metabolic disorders - An existing update. *Diabetes Metab Syndr Clin Res Rev.* (2019) 13(2): 1667–1673. doi:10.1016/j.dsx.2019.03.021.

Di Sotto A, Gullì M, Percaccio E, Vitalone A, Mazzanti G, Di Giacomo S. 2022. Efficacy and Safety of Oral Green Tea Preparations in Skin Ailments: A Systematic Review of Clinical Studies. *Nutrients*, 14: 3149. <https://doi.org/10.3390/nu14153149>

Du Y, Paglicawan L, Soomro S, Abunofal O, Baig S, Vanarsa K, Hicks J, Mohan C. 2021. Epigallocatechin-3-Gallate Dampens Non-Alcoholic Fatty Liver by Modulating Liver Function, Lipid Profile, and Macrophage Polarization. *Nutrients*, 13: 599. <https://doi.org/10.3390/nu13020599>

Elbarbry F, Abdelkawy K, Moshirian N, Abdel-Megied AM. 2020. The Antihypertensive Effect of Quercetin in Young Spontaneously Hypertensive Rats; Role of Arachidonic Acid Metabolism. *Int J Mol Sci.*, 21(18): 6554. doi: 10.3390/ijms21186554.

Faheem NM, Ali TM. 2021. The counteracting effects of (-)-Epigallocatechin-3-Gallate on the immobilization stress-induced adverse reactions in rat pancreas. *Cell Stress and Chaperones*, 26(1): 159-172. <https://doi.org/10.1007/s12192-020-01165-2>

Fahmi A, Syukur S, Chaidir Z, and Melia S. Green Tea Ethanol Extract Efficacy Against *Pseudomonas aeruginosa*. BIOLINK (Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan). (2022) 9(1): 26–32. <https://doi.org/10.31289/biolink.v9i1.7336>

Fahmi A, Syukur S, and Khaidir Z. The Inhibitory Activity Test of Green Tea Ethanol Extract (*Camellia sinensis*) Sidamanik Against *Escherichia coli*. *Science Midwifery*, (2022) 10(2): pp. 705-708. Available at: <https://midwifery.iocspublisher.org/index.php/midwifery/article/view/304> (Cited on 2 January 2023).

- Falcinelli SD, Shi MC, Friedlander AM, and Chua J. Green tea and epigallocatechin-3-gallate are bactericidal against *Bacillus anthracis*. *FEMS Microbiol Lett.* (2017) 364: fnx127. DOI:[10.1093/femsle/fnx127](https://doi.org/10.1093/femsle/fnx127)
- Fang ZT, Song CJ, Xu HR, and Ye JH. Dynamic changes in flavonol glycosides during production of green, yellow, white, oolong and black teas from *Camellia sinensis* L. (cv. Fudingdabaicha), *Int J Food Sci Technol.* (2019) 54(2): 490–498. <https://doi.org/10.1111/ijfs.13961>
- Farkash Y, Feldman M, Ginsburg I, Steinberg D, and Shalish M. Green Tea Polyphenols and Padma Hepaten Inhibit *Candida albicans* Biofilm Formation. *Evidence-Based Compl Altern Med.* (2018) 2018(1690747). <https://doi.org/10.1155/2018/1690747>
- Farkhondeh T, Pourbagher-Shahri AM, Ashrafizadeh M, Folgado SL, Rajabpour-Sanati A, Khazdair MR, Samarghandian S. 2020. Green tea catechins inhibit microglial activation which prevents the development of neurological disorders. *Neural Regen Res.*, 15(10):1792-1798. doi:10.4103/1673-5374.280300
- Farzaei MH, Bahramsoltani R., Abbasabadi Z, Braidy N, Nabavi SM, Role of green tea catechins in prevention of age-related cognitive decline: Pharmacological targets and clinical perspective. *J. Cell. Physiol.*, 234: 2447–2459. <https://doi.org/10.1002/jcp.27289>
- Fasihah MS, Hadi RS, Mustofa S. 2024. Effects of Green Tea Leaf Extract on Viability, Apoptosis, and Expression of Interleukin-6 in Keloid Fibroblasts. *Mutiara Medika*, 24(1): 9-18. DOI: 10.18196/mmjkk.v24i1.20146
- Fernandes L, Cardim-Pires TR, Foguel D, Palhano FL. 2021. Green Tea Polyphenol Epigallocatechin-Gallate in Amyloid Aggregation and Neurodegenerative Diseases. *Front. Neurosci.* 15:718188. doi: 10.3389/fnins.2021.718188
- Fox CD, Garner CT, Mumford PW, Beck DT, and Roberts MD. Higher doses of a green tea-based supplement increase post-exercise blood flow following an acute resistance exercise bout in recreationally resistance-trained college-aged men. *J Int Soc Sports Nutr.* (2020) 17: 27. <https://doi.org/10.1186/s12970-020-00358-5>
- Ghosh R, Chakraborty A, Biswas A, and Chowdhuri S. Evaluation of green tea polyphenols as novel corona virus (SARS CoV-2) main protease (*Mpro*) inhibitors – an in silico docking and molecular dynamics simulation study. *J Biomol Struct Dyn.* (2020) 2020: 1–13. doi: [10.1080/07391102.2020.1779818](https://doi.org/10.1080/07391102.2020.1779818)
- Gopal J, Muthu M, Paul D, Kim DH, and Chun S. Bactericidal activity of green tea extracts: the importance of catechin containing nano particles. *Sci Rep.* (2016) 6: 19710. <https://doi.org/10.1038/srep19710>
- Gothandam K, Ganesan VS, Ayyasamy T, Ramalingam S. 2019. Protective effect of theaflavin on glycoprotein components and TCA cycle enzymes in high-fat diet and streptozotocin-induced diabetic rats. *J Basic Appl Zool.* 80(1): 43. doi: 10.1186/s41936-019-0115-1.

- Guo L, Guo J, Liu HS, Zhang J, Chen X, Qiu Y, and Fu S. Tea polyphenols suppress growth and virulence-related factors of *Haemophilus parasuis*. *J Vet Med Sci*. (2018) 80(7): 1047–1053. doi: 10.1292/jvms.18-0085
- Haibo Pan, Ying Gao and Youying Tu *. 2016. Mechanisms of Body Weight Reduction by Black Tea Polyphenols. *Molecules*, 21: 1659. doi:10.3390/molecules21121659
- Hajiaghaalipour F, Sanusi J, and Kanthimathi MS. Temperature and Time of Steeping Affect the Antioxidant Properties of White, Green, and Black Tea Infusions: Tea infusion and antioxidant properties, *J Food Sci*. (2016) 81(1): H246–H254.
<https://doi.org/10.1111/1750-3841.13149>
- Han S, Abiko Y, Washio J, Luo Y, Zhang L, and Takahashi N. Green Tea-Derived Epigallocatechin Gallate Inhibits Acid Production and Promotes the Aggregation of *Streptococcus mutans* and Non-Mutans Streptococci. *Caries Res*. (2021) 55: 205–214. DOI: 10.1159/000515814
- Hayashi D, Wang L, Ueda S, Yamanoue M, Ashida, H, Shirai Y. 2020. The mechanisms of ameliorating effect of a green tea polyphenol on diabetic nephropathy based on diacylglycerol kinase α . *Sci Rep* 10, 11790. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-68716-6>
- Hazimeh D, Massoud G, Parish M, Singh B, Segars J, Islam MS. 2023. Green Tea and Benign Gynecologic Disorders: A New Trick for An Old Beverage? *Nutrients*, 15: 1439. <https://doi.org/10.3390/nu15061439>
- He Y, Liu Y, Sun Z, Han F, Tang JZ, Gao R, and Wang G. The proper strategy to compress and protect plasmid DNA in the Pluronic L64-electropulse system for enhanced intramuscular gene delivery. *Regenerative Biomaterials*, (2019) 6(5): 289–298. <https://doi.org/10.1093/rb/rby028>
- Heikal T, Mossa A-T, Rasoul, M, Gehan, Marei I. 2013. The ameliorating effects of green tea extract against cyromazine and chlorpyrifos induced liver toxicity in male rats. *Asian J Pharmac Clin Res.*, 6: 47-55.
- Hengge R. Targeting Bacterial Biofilms by the Green Tea Polyphenol EGCG. *Molecules*, (2019) 24: 2403. doi:10.3390/molecules24132403
- Hidese S, Ogawa S, Ota M, Ishida I, Yasukawa Z, Ozeki M, Kunugi H. 2019. Effects of L-Theanine Administration on Stress-Related Symptoms and Cognitive Functions in Healthy Adults: A Randomized Controlled Trial. *Nutrients*, 11(10): 2362. doi:10.3390/nu11102362
- Hinojosa-Nogueira D, Pérez-Burillo Sergio, de la Cueva SP, Rufián-Henares JÁ. Green and white teas as health-promoting foods. *Food Funct*. (2021) 12: 3799-3820. DOI:10.1039/d1fo00261a
- Hodges JK, Sasaki GY, Richard S. Bruno,

Anti-inflammatory activities of green tea catechins along the gut–liver axis in nonalcoholic fatty liver disease: lessons learned from preclinical and human studies,

The Journal of Nutritional Biochemistry,

Volume 85,

2020,

108478,

ISSN 0955-2863,

<https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2020.108478>.

Hsu Y-W, Chen W-K, Tsai C-F. 2022. Senescence-Mediated Redox Imbalance in Liver and Kidney: Antioxidant Rejuvenating Potential of Green Tea Extract. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 19: 260. <https://doi.org/10.3390/ijerph19010260>

Huang H-T, Cheng T-L, Lin S-Y, Ho C-J, Chyu JY, Yang R-S, Chen C-H, Shen C-L. 2020. Osteoprotective Roles of Green Tea Catechins. *Antioxidants*, 9(11):1136. <https://doi.org/10.3390/antiox9111136>

Hung SW, Li Y, Chen X, Chu KO, Zhao Y, Liu Y, Guo X, Man GC-W, Wang CC. 2022. Green Tea Epigallocatechin-3-Gallate Regulates Autophagy in Male and Female Reproductive Cancer. *Front. Pharmacol.*, 13: 906746. doi: 10.3389/fphar.2022.906746

Ishikawa A, Matsuda T, Gam H, Kanno M, Yamada M, Ikegami N, Funaki A, Ogata H, Kamemoto K, Ichihara T, Sakamaki-Sunaga M. 2022. Effect of Green Tea Extract Ingestion on Fat Oxidation during Exercise in the Menstrual Cycle: A Pilot Study. *Nutrients*, 14: 3896. <https://doi.org/10.3390/nu14193896>

Huang YP, Chen LS, Feng SH, Liang YS, Pan SL. 2023. Tea consumption and the risks of osteoporosis and hip fracture: a population-based longitudinal follow-up study. *Osteoporos Int.*, 34(1): 101-109. doi: 10.1007/s00198-022-06569-7.

Huang J, Feng S, Liu A, Dai Z, Wang H, Reuh K, Lu W, Yang CS. 2018. Green Tea Polyphenol EGCG Alleviates Metabolic Abnormality and Fatty Liver by Decreasing Bile Acid and Lipid Absorption in Mice. *Mol Nutr Food Res.*, 62(4): 10.1002/mnfr.201700696. doi:10.1002/mnfr.201700696

James A, Wang K, Wang Y. 2023. Therapeutic Activity of Green Tea Epigallocatechin-3-Gallate on Metabolic Diseases and Non-Alcoholic Fatty Liver Diseases: The Current Updates. *Nutrients*, 15: 3022. <https://doi.org/10.3390/nu15133022>

- Jang M, Park R, Park YI, Cha YE, Yamamoto A, Lee JI, and Park J. EGCG, a green tea polyphenol, inhibits human coronavirus replication in vitro. *Biochem Biophys Res Commun.* (2021) 547: 23-28. doi: 10.1016/j.bbrc.2021.02.016.
- Jeon J, Kim JH, Lee CK, Oh CH, and Song HJ. The Antimicrobial Activity of (-)-Epigallocatechin-3-Gallate and Green Tea Extracts against *Pseudomonas aeruginosa* and *Escherichia coli* Isolated from Skin Wounds. *Ann Dermatol.* (2014) 26(5): 564-569. doi: 10.5021/ad.2014.26.5.564.
- Jelveh K, Rasouli B, Kadim IT, Slozhenkina MI, Gorlov IF, Seidavi A, and Phillips CJC. The effects of green tea in the diet of broilers challenged with coccidiosis on their performance, carcass characteristics, intestinal mucosal morphology, blood constituents and ceca microflora. *Vet Med Sci.* (2022) 8: 2511-2520. <https://doi.org/10.1002/vms3.923>
- Jia X, Luo Z, Gao Y, Liu H, Liu X, Mai W, Liu H, Zheng Q. 2020. EGCG Upregulates UCP3 Levels to Protect MIN6 Pancreatic Islet Cells from Interleukin-1 β -Induced Apoptosis. *Drug Des Devel Ther.* 14: 4251-4261. <https://doi.org/10.2147/DDDT.S270345>
- Jiménez-Zamora A, Delgado-Andrade C, Rufián-Henares JA. 2016. Antioxidant capacity, total phenols and color profile during the storage of selected plants used for infusion. *Food Chem.* 199:339-46. doi: 10.1016/j.foodchem.2015.12.019.
- Jin B, Chen H, Liu P, Wang Y, Guo Y, Wang, C, J, Zou R, Niu L. 2024. Assessing the association between tea intake and risk of dental caries and periodontitis: a two-sample Mendelian randomization study. *Sci Rep* 14: 4728 <https://doi.org/10.1038/s41598-024-54860-w>
- Kaihatsu K, Yamabe M, and Ebara Y. Antiviral Mechanism of Action of Epigallocatechin-3-O-gallate and Its Fatty Acid Esters. *Molecules*, (2018) 23(10): 2475. doi:10.3390/molecules23102475
- Kamal DAM, Salamt N, Zaid SSM, Mokhtar MH. 2021. Beneficial Effects of Green Tea Catechins on Female Reproductive Disorders: A Review. *Molecules*, 26: 2675. <https://doi.org/10.3390/molecules26092675>
- Khan SH. The use of green tea (*Camellia sinensis*) as a phyto-genic substance in poultry diets. *Onderstepoort J Vet Res.* (2014) 81(1), Art. #706, 8 pages. <http://dx.doi.org/10.4102/ojvr.v81i2.706>
- Khan MJ, Singh P, Dohare R, Jha R, Rahmani AH, Almatroodi SA, Ali S, Syed MA. 2020. Inhibition of miRNA-34a Promotes M2 Macrophage Polarization and Improves LPS-Induced Lung Injury by Targeting Klf4. *Genes*, 11(9): 966. <https://doi.org/10.3390/genes11090966>
- Khiewkamrop, P, Phunsomboon, P, Richert, L, Pekthong D, Srisawang P. 2018. Epistructured catechins, EGCG and EC facilitate apoptosis induction through targeting de novo

- lipogenesis pathway in HepG2 cells. *Cancer Cell Int* **18**: 46. <https://doi.org/10.1186/s12935-018-0539-6>
- Khoo WY, Chrisfield BJ, Sae-tan S, Lambert JD. 2020. Mitigation of nonalcoholic fatty liver disease in high-fat-fed mice by the combination of decaffeinated green tea extract and voluntary exercise. *J Nutr Biochem.*, 76(2020). <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2019.108262>.
- Kim JM, Heo HJ. 2022. The roles of catechins in regulation of systemic inflammation. *Food Sci Biotechnol.* 31(8): 957-970. doi: 10.1007/s10068-022-01069-0.
- Kim S, Park TH, Kim WI, Park S, Kim JH, Cho MK. 2021. The effects of green tea on acne vulgaris: A systematic review and meta-analysis of randomized clinical trials. *Phytother Res.*, 35(1): 374-383. doi: 10.1002/ptr.6809.
- Kirchhoff L, Olsowski M, Zilmans K, Dittmer S, Haase G, Sedlacek L, Steinmann E, Buer J, Rath P-M, and Steinmann J. Biofilm formation of the black yeast-like fungus *Exophiala dermatitidis* and its susceptibility to antiinfective agents. *Sci Rep.* (2017) 7: 42886. <https://doi.org/10.1038/srep42886>
- Khor, YYY, Lee, SK, Dharmani Devi, M, Ling, WC. 2023. Epigallocatechin-3-gallate exerts antihypertensive effects and improves endothelial function in spontaneously hypertensive rats. *Asian Pacific J Trop Biomed*, 13(7): 287-295. DOI: 10.4103/2221-1691.380560
- Kong C, Zhang H, Li L, and Liu Z. Effects of green tea extract epigallocatechin-3-gallate (EGCG) on oral disease-associated microbes: a review. *J Oral Microbiol.* (2022) 14: 1, 2131117. DOI: 10.1080/20002297.2022.2131117
- Kouhahabibidehkordi G, Kheiri S, Karimi I, Taheri F, Bijad E, Bahadoram M, Alibabaie Z, Asgharian Sh, Zamani H, Rafieian-Kopaei M. 2021. Effect of White Tea (*Camellia sinensis*) Extract on Skin Wound Healing Process in Rats. *World J Plast Surg.*, 10(1): 85-95. doi:10.29252/wjps.10.1.85
- Kumar NB, Hogue S, Pow-Sang J, Poch M, Manley BJ, Li R, Dhillon J, Yu A, Byrd DA. 2022. Effects of Green Tea Catechins on Prostate Cancer Chemoprevention: The Role of the Gut Microbiome. *Cancers (Basel)*, 14(16): 3988. doi: 10.3390/cancers14163988.
- Kuroda Y, Hara Y. 1999. Antimutagenic and anticarcinogenic activity of tea polyphenols. *Mutat Res.*, 436(1): 69-97. doi: 10.1016/s1383-5742(98)00019-2.
- Kurosaka C, Tagata C, Nakagawa S, Kobayashi M, Miyake S. 2024. Effects of green tea and roasted green tea on human responses. *Sci Rep.*, **14**: 8588. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-59383-y>
- Ladeira LCM, dos Santos EC, Santos TA, da Silva J, de Almeida Lima GD, Machado-Neves M, da Silva RC, Freitas MB, dos Santos Costa Maldonado IR. 2021. Green tea infusion prevents diabetic nephropathy aggravation in recent-onset type 1 diabetes regardless of

- glycemic control. *J Ethnopharmacology*, 274: 114032.
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2021.114032>
- Lee, W-J, Cheng, T-C, Yen, Y, Fang, C-L, Liao, Y-C, Kuo, C-C, Tu, S-H, Lin, L-C, Chang, H-W, Chen, L-C, Ho, Y-S. 2021. Tea Polyphenol Epigallocatechin-3-Gallate Inhibits Cell Proliferation In a Patient-Derived Triple-Negative Breast Cancer Xenograft Mouse Model Via Inhibition of Proline-Dehydrogenase-Induced Effects. *J Food Drug Analysis*, 29(1): Article 9. <https://doi.org/10.38212/2224-6614.3230>
- Lee DB, Song HJ Paek Y-J, Park KH, Seo Y-G, Noh H-M. 2022. Relationship between Regular Green Tea Intake and Osteoporosis in Korean Postmenopausal Women: A Nationwide Study. *Nutrients*, 14: 87. <https://doi.org/10.3390/nu14010087>
- Levinger O, Bikels-Goshen T, Landau E, Fichman M, and Shapira R. Epigallocatechin gallate induces upregulation of the two-component *VraSR* system by evoking a cell wall stress response in *Staphylococcus aureus*. *Appl Environ Microbiol.* (2012) 78(22):7954-7959. doi:10.1128/AEM.02253-12
- Lee YH, Jang YH, Kim Y-S, Kim J, and Seong BL. Evaluation of green tea extract as a safe personal hygiene against viral infections. *J Biol Engineering*, (2018) 12:1. DOI:10.1186/s13036-017-0092-1
- Li X-X, Liu C, Dong S-L, Ou C-S, Lu J-L, Ye J-H, Liang Y-R, Zheng X-Q. 2022. Anticarcinogenic potentials of tea catechins. *Front. Nutr.* 9:1060783. doi: 10.3389/fnut.2022.1060783
- Li Z, Chang L, Ren X, Hu Y, Chen Z. 2021. Modulation of Rat Kidney Stone Crystallization and the Relative Oxidative Stress Pathway by Green Tea Polyphenol. *ACS Omega* 2021 6 (2), 1725-1731. DOI: 10.1021/acsomega.0c05903
- Lin, J, Lin, C-L, Huang, H-C, Lin-Shiau, S-Y. 2008. Black tea polyphenols suppress hepatic lipid accumulation through activating LKB1-AMPK pathway in human HepG2 cancer cells. *The FASEB J*, 22. DOI - 10.1096/fasebj.22.1_supplement.643.1
- Li X, Smid SD, Lin J, Gong Z, Chen S, You F, Zhang Y, Hao Z, Lin H, Yu X, Jin X. 2019. Neuroprotective and Anti-Amyloid β Effect and Main Chemical Profiles of White Tea: Comparison Against Green, Oolong and Black Tea. *Molecules*, 24: 1926. doi:10.3390/molecules24101926
- Li M, Qian M, Jiang Q, Tan B, Yin Y, Han X. 2023. Evidence of Flavonoids on Disease Prevention. *Antioxidants* 12: 527. <https://doi.org/10.3390/antiox12020527>
- Liu Y, Bi S, Li H, Shi J, Xia Y, Niu K and Bai S. 2022. Association between tea intake and hospitalized nephrolithiasis in Chinese adults: A case-control study. *Front. Nutr.* 9:1014491. doi: 10.3389/fnut.2022.1014491

- Liu J, Bodnar BH, Meng F, Khan AI, Wang X, Saribas S, Wang T, Lohani C, Wang P, Wei Z, Luo J, Zhou L, Wu J, Luo G, Li Q, Hu W, and Ho W. Epigallocatechin gallate from green tea effectively blocks infection of SARS-CoV-2 and new variants by inhibiting spike binding to ACE2 receptor. *Cell Biosci.* (2021) 11:168). <https://doi.org/10.1186/s13578-021-00680-8>
- Liu L, Liu B, Li J, Zhen S, Ye Z, Cheng M, Liu W, 2018. Responses of Different Cancer Cells to White Tea Aqueous Extract: Response to white tea aqueous extract. *J. Food Sci.*, 83: 2593–2601. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14351>
- Liu YC, Li XY, Shen L. 2020. Modulation effect of tea consumption on gut microbiota. *Appl Microbiol Biotechnol.* 104(3): 981-987. doi: 10.1007/s00253-019-10306-2.
- Liu S, Zhang Q, Li H, Qiu Z, and Yu Y. Comparative Assessment of the Antibacterial Efficacies and Mechanisms of Different Tea Extracts. *Foods*, (2022) 11: 620. <https://doi.org/10.3390/foods11040620>
- Liu L, Zuo J, Wang G. 2017. Epigallocatechin-3-gallate suppresses cell proliferation and promotes apoptosis in Ec9706 and Eca109 esophageal carcinoma cells. *Oncol Lett.*, 14(4): 4391-4395. doi:10.3892/ol.2017.6712.
- Loo YT, Howell K, Chan M, Zhang P, and Ng K. Modulation of the human gut microbiota by phenolics and phenolic fiber-rich foods. *Compr Rev Food Sci Food Saf.* (2020) 19(4): 1268–1298. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12563>
- Luo K-W, Ye W, Li N, Cheng B-H. 2024. Tea polyphenol EGC suppresses colorectal cancer cell proliferation both in vitro and in vivo via downregulation of STAT3. *J Funct Foods*, 112: 105977. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2023.105977>
- Ma G. and Chen Y. Polyphenol supplementation benefits human health via gut microbiota: A systematic review via meta-analysis, *J Funct Foods*, (2020) 66: 103829. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103829>
- Mahlake SK, Mnisi CM, Kumanda C, Mthiyane DMN, and Montso PK. Green Tea (*Camellia sinensis*) Products as Alternatives to Antibiotics in Poultry Nutrition: A Review. *Antibiotics* (2022) 11: 565. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11050565>
- Maiti S, Nazmeen A, Medda N, Patra R, Ghosh TK. 2019. Flavonoids green tea against oxidant stress and inflammation with related human diseases. *Clin Nutr Exp.*, 24: 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.yclnex.2018.12.004>
- Mangels DR, Mohler ER. 2017. Catechins as Potential Mediators of Cardiovascular Health. *Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology*, 37(5): 757-763. doi: 10.1161/ATVBAHA.117.309048

- Maysha DJ, Earline V, Hastilestari BR. 2023. Mekanisme dan senyawa potensial tanaman obat asli Indonesia sebagai anti-Alzheimer. *Pros Sem Nas Masy Biodiv Indon.*, 9(1): 143-152. DOI: 10.13057/psnmbi/m090122
- McAlpine MD, Gittings W, MacNeil AJ, Ward WE. 2021. Black and Green Tea as Well as Specialty Teas Increase Osteoblast Mineralization with Varying Effectiveness. *J Med Food*, 24(8): 866-872. doi:10.1089/jmf.2020.0139
- Meng J-M, Cao S-Y, Wei X-L, Gan R-Y, Wang Y-F, Cai S-X, Xu X-Y, Zhang P-Z, Li H-B. 2019. Effects and Mechanisms of Tea for the Prevention and Management of Diabetes Mellitus and Diabetic Complications: An Updated Review. *Antioxidants*. 2019; 8(6):170. <https://doi.org/10.3390/antiox8060170>
- The Ministry of Trade of Republic of Indonesia. Kolaborasi dan Sinergi Untuk Tingkatkan Produksi dan Daya Saing Teh Indonesia. *Ekon.go.id*. (2022). [Internet] Available on [https://www.ekon.go.id/publikasi/detail/3950/kolaborasi-dan-sinergi-untuk-tingkatkan-produksi-dan-daya-saing-teh-indonesia#:~:text=Pada%20tahun%202021%20teh%20Indonesia,Australia%20\(10%2C32%25\)](https://www.ekon.go.id/publikasi/detail/3950/kolaborasi-dan-sinergi-untuk-tingkatkan-produksi-dan-daya-saing-teh-indonesia#:~:text=Pada%20tahun%202021%20teh%20Indonesia,Australia%20(10%2C32%25).). [Cited on March 30th 2023]
- Miyata Y, Shida Y, Hakariya T, Sakai H. 2019. Anti-Cancer Effects of Green Tea Polyphenols Against Prostate Cancer. *Molecules*, 24(1): 193. <https://doi.org/10.3390/molecules24010193>
- Miyoshi N, Tanabe H, Suzuki T, Saeki K, and Hara Y. Applications of a Standardized Green Tea Catechin Preparation for Viral Warts and Human Papilloma Virus-Related and Unrelated Cancers. *Molecules*, (2020) 25: 2588. doi:10.3390/molecules25112588
- Mohan T, Narasimhan KKS, Ravi DB, Velusamy P, Chandrasekar N, Chakrapani LN, Srinivasan A, Karthikeyan P, Kannan P, Tamilarasan B, Johnson T, Kalaiselvan P, Periandavan K. 2020. Role of Nrf2 dysfunction in the pathogenesis of diabetic nephropathy: Therapeutic prospect of epigallocatechin-3-gallate. *Free Radical Biol Med.*, 160: 227-238. <https://doi.org/10.1016/j.freeradbiomed.2020.07.037>
- Mohd Sabri NA, Lee SK, Murugan DD, Ling WC. 2022. Epigallocatechin gallate (EGCG) alleviates vascular dysfunction in angiotensin II-infused hypertensive mice by modulating oxidative stress and eNOS. *Sci Rep.*, 12(1): 17633. doi: 10.1038/s41598-022-21107-5.
- Mohammed S, Tadesse A, Hymete A, Bekhit A. Quantification of total polyphenols, catechin, caffeine, L-theanine, determination of antioxidant activity and effect on antileishmanial drugs of ethiopian tea leaves extracts. *Pharmacognosy Res.* (2015) 7. DOI: 10.4103/0974-8490.157991
- Mokra D, Adamcakova J, Mokry J. Green Tea Polyphenol (-)-Epigallocatechin-3-Gallate (EGCG): A Time for a New Player in the Treatment of Respiratory Diseases? *Antioxidants*. (2022) 11(8): 1566. <https://doi.org/10.3390/antiox11081566>

- Mokra D, Joskova M, Mokry J. 2023. Therapeutic Effects of Green Tea Polyphenol (-)-Epigallocatechin-3-Gallate (EGCG) in Relation to Molecular Pathways Controlling Inflammation, Oxidative Stress, and Apoptosis. *Int. J. Mol. Sci.*, 24: 340. <https://doi.org/10.3390/ijms24010340>
- Mollashahi NF, Bokaeian M, Mollashahi LF, and Afrougheh A. Antifungal Efficacy of Green Tea Extract against *Candida Albicans* Biofilm on Tooth Substrate. *J Dentist*, (2015) 12(8): 592-598.
- Monobe M. Health Functions of Compounds Extracted in Cold-water Brewed Green Tea from *Camellia Sinensis* L. *Jpn Agric Res Q.* (2018) 52(1): 1–6. https://www.jircas.go.jp/sites/default/files/publication/jarq/52-01-01_001-006_MONOBE.pdf
- Muthamilselvan T, Kuo TF, Wu YC, and Yang WC. Herbal Remedies for Coccidiosis Control: A Review of Plants, Compounds, and Anticoccidial Actions. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine: Ecam.* (2016) 2016: 2657981. DOI: 10.1155/2016/2657981.
- Naito Y, Ushiroda C, Mizushima K, Inoue R, Yasukawa Z, Abe A, Takagi T. 2020. Epigallocatechin-3-gallate (EGCG) attenuates non-alcoholic fatty liver disease via modulating the interaction between gut microbiota and bile acids, *J Clin Biochem Nutr.*, 67(1): 2-9. <https://doi.org/10.3164/jcfn.20-39>
- Nakayama M, Shimatani K, Ozawa T, Shigemune N, Tomiyama D, Yui K, Katsuki M, Ikeda K, Nonaka A, and Miyamoto T. Mechanism for the antibacterial action of epigallocatechin gallate (EGCg) on *Bacillus subtilis*. *Biosci Biotech Biochem.* (2015) 79(5): 845–854. <https://doi.org/10.1080/09168451.2014.993356>
- Nascimento RC, and de São José JFB. Green tea extract: a proposal for fresh vegetable sanitization. *Food Sci Technol.* (2022) 42: e63421. <https://doi.org/10.1590/fst.63421>
- Nasrul SI, Sehgal A. 2020. Antilithogenic potential of green tea, oolong tea, and black tea, *Pharmacogn. Res.*, 12: 92. DOI: 10.4103/pr.pr_67_19
- Nguyen BT, Flores RA, Cammayo PLT, Kim S, Kim WH, and Min W. Anticoccidial Activity of Berberine against Eimeria-Infected Chickens. *Korean J Parasitol.* (2021) 59(4): 403-408. doi:10.3347/kjp.2021.59.4.403.
- Nie T, Zhang C, Huang A, and Li P. Epigallocatechin Gallate-Mediated Cell Death Is Triggered by Accumulation of Reactive Oxygen Species Induced via the Cpx Two-Component System in *Escherichia coli*. *Front. Microbiol.* (2018) 9:246. doi:0.3389/fmicb.2018.00246
- Noor Mohammadi T, Maung AT, Sato J, Sonoda T, Masuda Y, Honjoh K, and Miyamoto T. Mechanism for antibacterial action of epigallocatechin gallate and theaflavin-3,3'-digallate on *Clostridium perfringens*. *J Appl Microbiol.* (2019) 126: 633-640. <https://doi.org/10.1111/jam.14134>

- Noormandi A, and Dabaghzadeh F. Effects of green tea on *Escherichia coli* as a uropathogen. *J Tradit Complement Med.* (2014) 5(1): 15-20. doi:10.1016/j.jtcme.2014.10.005
- Noronha NY, Pinhel MAS, Nicoletti CF, Quinhoneiro DCG, Pinhanelli VC, Oliveira BAP, Cortes-Oliveira C, Delfino HBP, Wolf LS, Frantz FG, Marchini JS, Nonino CB. 2019. Green tea supplementation improves oxidative stress biomarkers and modulates IL-6 circulating levels in obese women. *Nutr Hosp.*36(3): 583-588. doi: 10.20960/nh.2159.
- Ogooluwa AO, Lloyd KP, De Zutter JK, Carruthers A. 2018. Red wine and green tea flavonoids are cis-allosteric activators and competitive inhibitors of glucose transporter 1 (GLUT1)-mediated sugar uptake, *J Biol Chem.*, 293(51): 19823-19834. <https://doi.org/10.1074/jbc.RA118.002326>
- Ohgitani E, Shin-Ya M, Ichitani M, Kobayashi M, Takihara T, Kawamoto M, Kinugasa H, and Mazda O. Rapid Inactivation *In Vitro* of SARS-CoV-2 in Saliva by Black Tea and Green Tea. *Pathogens*, (2021) 10: 721. <https://doi.org/10.3390/pathogens10060721>
- Ohishi, T.; Fukutomi, R.; Shoji, Y.; Goto, S.; Isemura, M. 2021. The Beneficial Effects of Principal Polyphenols from Green Tea, Coffee, Wine, and Curry on Obesity. *Molecules*, 26: 453. <https://doi.org/10.3390/molecules26020453>
- Onishi S, Mori T, Kanbara H, Habe T, Ota N, Kurebayashi Y, and Suzuki T. Green tea catechins adsorbed on the murine pharyngeal mucosa reduce influenza A virus infection. *J Funct Foods*, (2020) 68: 103894. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.103894>
- Ożarowski M, Mikołajczak P, Kujawski R, Wielgus K, Klejewski A, Wolski H, Seremak-Mrozikiewicz A, 2018. Pharmacological Effect of Quercetin in Hypertension and Its Potential Application in Pregnancy-Induced Hypertension: Review of *in vitro*, *in vivo*, and Clinical Studies. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2018: 7421489. <https://doi.org/10.1155/2018/7421489>
- Pan J, Jiang Y, Lv Y, Li M, Zhang S, Liu J, Zhu Y, and Zhang H. Comparison of the main compounds in Fuding white tea infusions from various tea types, *Food Sci Biotechnol.* (2018) 27(5): 1311–1318. <https://doi.org/10.1007/s10068-018-0384-3>
- Parish M, Massoud G, Hazimeh D, Segars J, Islam MS. 2023. Green Tea in Reproductive Cancers: Could Treatment Be as Simple? *Cancers*, 15: 862. <https://doi.org/10.3390/cancers15030862>
- Parn KW, Ling WC, Chin JH, Lee SK. 2020. Safety and Efficacy of Dietary Epigallocatechin Gallate Supplementation in Attenuating Hypertension via Its Modulatory Activities on the Intrarenal Renin-Angiotensin System in Spontaneously Hypertensive Rats. *Nutrients*, 14(21): 4605. doi: 10.3390/nu14214605.
- Parvez MAK, Saha K, Rahman J, Munmun RA, Rahman MA, Dey SK, Rahman MS, Islam S, and Shariare MH. Antibacterial activities of green tea crude extracts and synergistic effects

- of epigallocatechingallate (EGCG) with gentamicin against MDR pathogens. *Heliyon*, (2019) 5(7): e02126. doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e02126.
- Pastoriza S, Pérez-Burillo S, and Rufián-Henares JÁ. How brewing parameters affect the healthy profile of tea. *Curr Opin Food Sci.* (2017) 14: 7–12. <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2016.12.001>
- Pękal A, Drózdź P, Biesaga M, and Pyrzynska K. Screening of the antioxidant properties and polyphenol composition of aromatised green tea infusions. *J Sci Food Agricult.* (2012) 92(11): 2244–2249. <https://doi.org/10.1002/jsfa.5611>
- Peng P, Wang L, Shu G, Li J, and Chen L. Nutrition and aroma challenges of green tea product as affected by emerging superfine grinding and traditional extraction. *Food Sci Nutr.* (2020) 8(8): 4565–4572. <https://doi.org/10.1002/fsn3.1768>
- Pérez-Burillo S, Giménez R, Rufián-Henares JA, and Pastoriza S. Effect of brewing time and temperature on antioxidant capacity and phenols of white tea: Relationship with sensory properties. *Food Chem.* (2018) 248: 111–118. DOI: [10.1016/j.foodchem.2017.12.056](https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.12.056)
- Pervin M, Unno K, Ohishi T, Tanabe H, Miyoshi N, Nakamura Y. 2018. Beneficial Effects of Green Tea Catechins on Neurodegenerative Diseases. *Molecules*, 23(6): 1297. <https://doi.org/10.3390/molecules23061297> ‘
- Pipelzadeh M, Siahpoosh A, Sheikhi AR, Jafarzadeh E. 2022. Effectiveness of green tea cream in comparison with silver sulfadiazine cream in the treatment of second degree burn in human subjects. *J Herb Med.*, 32: 100533. <https://doi.org/10.1016/j.hermed.2022.100533>.
- Rafique S, Murtaza MA, Hafiz I, Ameer K, Qayyum MMN, Yaqub S, Mohamed Ahmed IA. 2023. Investigation of the antimicrobial, antioxidant, hemolytic, and thrombolytic activities of *Camellia sinensis*, *Thymus vulgaris*, and *Zanthoxylum armatum* ethanolic and methanolic extracts. *Food Sci Nutr.* 11(10): 6303-6311. doi: 10.1002/fsn3.3569.
- Rahayu RP, Prasetyo RA, Purwanto DA, Kresnoadi U, Iskandar RPD, and Rubianto M. The immunomodulatory effect of green tea (*Camellia sinensis*) leaves extract on immunocompromised Wistar rats infected by *Candida albicans*. *Vet World*, (2018) 11(6): 765-770. doi: 10.14202/vetworld.2018.765-770
- Rahma A, Martini R, Kusharto CM, Damayanthi E, Rohdiana D. 2017. Teh Putih (*Camellia sinensis*) dan Kelor (*Moringa oleifera*) sebagai Antihiperqlikemia pada Tikus Sprague Dawley yang Diinduksi Streptozotocin. *J. Gizi Pangan*, 12(3): 179-186. DOI: 10.25182/jgp.2017.12.3.179-186
- Rahman SU, Huang Y, Zhu L, Feng S, Khan IM, Wu J, Li Y, Wang X. 2018. Therapeutic Role of Green Tea Polyphenols in Improving Fertility: A Review. *Nutrients*, 10(7): 834. doi:10.3390/nu10070834

- Reygaert WC. The antimicrobial possibilities of green tea. *Front Microbiol.* (2014) 5(434): 1-8. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2014.0043>
- Reygaert WC. Green Tea Catechins: Their Use in Treating and Preventing Infectious Diseases. *BioMed Res Int.* (2018) 1–9. doi: [10.1155/2018/9105261](https://doi.org/10.1155/2018/9105261)
- Ritu R, Nipanshu A, Sriram R, Tapati C, Krishna MP, Gaurav P, and Dinesh K. Epigallocatechin Gallate with Potent Anti-*Helicobacter pylori* Activity Binds Efficiently to Its Histone-like DNA Binding Protein. *ACS Omega*, (2021) 6: 3548–3570. <https://dx.doi.org/10.1021/acsomega.0c04763>
- Rosado H, Turner RD, Foster SJ, and Taylor PW. Impact of the β -Lactam Resistance Modifier (–)-Epicatechin Gallate on the Non-Random Distribution of Phospholipids across the Cytoplasmic Membrane of *Staphylococcus aureus*. *Int J Mol Sci.* (2015) 16(8):16710-16727. <https://doi.org/10.3390/ijms160816710>
- Saral S, Dokumacioglu E, Mercantepe T, Atak M, Cinar S, Saral O, Yildiz L, Iskender H, Tumkaya L. 2019. The effect of white tea on serum TNF- α /NF- κ B and immunohistochemical parameters in cisplatin-related renal dysfunction in female rats. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 112(2019). <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2019.108604>
- Saric S, Notay M, Sivamani RK. 2016. Green Tea and Other Tea Polyphenols: Effects on Sebum Production and Acne Vulgaris. *Antioxidants (Basel)*, 6(1):2. doi:10.3390/antiox6010002
- Sasagawa K, Domon H, Sakagami R, Hirayama S, Maekawa T, Isono T, Hiyoshi T, Tamura H, Takizawa F, Fukushima Y, Tabeta K, and Terao Y. Matcha Green Tea Exhibits Bactericidal Activity against *Streptococcus pneumoniae* and Inhibits Functional Pneumolysin. *Antibiotics*, (2021) 10(1550). <https://doi.org/10.3390/antibiotics10121550>
- Schneider-Rayman M, Steinberg D, Sionov RV, Friedman M, and Shalish M. Effect of epigallocatechin gallate on dental biofilm of *Streptococcus mutans*: An in vitro study. *BMC Oral Health*, (2021) 21(1): 447. doi: 10.1186/s12903-021-01798-4.
- Shah M, Dave B, Bhagat S, Rao H, Khadela A, Parikh, N. 2024. A comprehensive review comparing conventional versus traditional remedies in the treatment of endometriosis with futuristic insights. *Futur J Pharm Sci.*, 10: 35 (2024). <https://doi.org/10.1186/s43094-024-00609-1>
- Sharifi-Zahabi E, Hajizadeh-Sharafabad F, Abdollahzad H, Dehnad A, Shidfar F. The effect of green tea on prostate specific antigen (PSA): A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Complementary Therapies in Medicine*, 57: 102659. <https://doi.org/10.1016/j.ctim.2020.102659>
- Shu X, Cai H, Xiang Y, Li H, Lipworth L, Miller NL, Zheng W, Shu X, His RS. 2019. Green tea intake and risk of incident kidney stones: Prospective cohort studies in middle-aged and elderly Chinese individuals, *Int. J. Urol.*, 26: 241–246. DOI: [10.1111/iju.13849](https://doi.org/10.1111/iju.13849)

- Siriphap A, Kiddee A, Duangjai A, Yosboonruang A, Pook-In G, Saokaew S, Sutheinkul O, and Rawangkan A. Antimicrobial Activity of the Green Tea Polyphenol (--) Epigallocatechin-3-Gallate (EGCG) against Clinical Isolates of Multidrug-Resistant *Vibrio cholerae*. *Antibiotics*, (2022) 11: 518. <https://doi.org/10.3390/antibiotics11040518>
- Stenvang M, Dueholm MS, Vad BS, Seviour T, Zeng G, Geifman-Shochat S, Søndergaard MT, Christiansen G, Meyer RL, Kjelleberg S, Nielsen PH, and Otzen DE. Epigallocatechin Gallate Remodels Overexpressed Functional Amyloids in *Pseudomonas aeruginosa* and Increases Biofilm Susceptibility to Antibiotic Treatment. *J Biol Chem*. (2016) 291(51): 26540-26553. doi:10.1074/jbc.M116.739953
- Steptoe A, Gibson EL, Vuononvirta R, Williams ED, Hamer M, Rycroft JA, Erusalimsky JD, Wardle J. 2007. The effects of tea on psychophysiological stress responsivity and post-stress recovery: a randomised double-blind trial. *Psychopharmacology (Berl)*. 190(1): 81-89. doi:10.1007/s00213-006-0573-2
- Steinmann J, Buer J, Pietschmann T, and Steinmann E. Anti-infective properties of epigallocatechin-3-gallate (EGCG), a component. *British J Pharmacol*. (2013) 168: 1059–1073. DOI:10.1111/bph.12009
- Talib WH, Awajan D, Alqudah A, Alsawwaf R, Althunibat R, Abu AlRoos M, Al Safadi A, Abu Asab S, Hadi RW, Al Kury LT. 2024. Targeting Cancer Hallmarks with Epigallocatechin Gallate (EGCG): Mechanistic Basis and Therapeutic Targets. *Molecules*, 29: 1373. <https://doi.org/10.3390/molecules29061373>
- Tallei TE, Fatimawali, Niode NJ, Idroes R, Zidan BMRM, Mitra S, Celik I, Nainu F, Ağagündüz D, Emran TB, and Capasso R. A Comprehensive Review of the Potential Use of Green Tea Polyphenols in the Management of COVID-19. *Evidence-Based Complement Alternative Med*. (2021) 2021: 7170736. <https://doi.org/10.1155/2021/7170736>.
- Tang G, Xu Y, Zhang C, Wang N, Li H, Feng Y. 2021. Green Tea and Epigallocatechin Gallate (EGCG) for the Management of Nonalcoholic Fatty Liver Diseases (NAFLD): Insights into the Role of Oxidative Stress and Antioxidant Mechanism. *Antioxidants*, 10: 1076. <https://doi.org/10.3390/antiox10071076>
- Tian T, Lv J, Jin G, Yu C, Guo Y, Bian Z, Yang L, Chen Y, Shen H, Chen Z, Hu Z, Li L. 2020. Tea consumption and risk of stroke in Chinese adults: a prospective cohort study of 0.5 million men and women. *Am J Clin Nutr*, 111(1): 197-206. <https://doi.org/10.1093/ajcn/nqz274>
- Thompson AS, Jennings A, Bondonno NP, Tresserra-Rimbau A, Parmenter BH, Hill C, Perez-Cornago A, Kühn T, Cassidy A. 2024. Higher habitual intakes of flavonoids and flavonoid-rich foods are associated with a lower incidence of type 2 diabetes in the UK Biobank cohort. *Nutr. Diabetes* 14: 32 <https://doi.org/10.1038/s41387-024-00288-0>
- Tomaszewska E, Muszyński S, Dobrowolski P, Winiarska-Mieczan A, Kwiecień M, Tomczyk-Warunek A, Ejtł M, Świetlicka I, Gładyszewska B. 2018. White tea is more effective in

preservation of bone loss in adult rats co-exposed to lead and cadmium compared to black, red or green tea, *Annals Anim Sci.*, DOI: 10.2478/aoas-2018-0026

- Truong V-L, Jeong W-S. 2021. Cellular Defensive Mechanisms of Tea Polyphenols: Structure-Activity Relationship. *Int. J. Mol. Sci.*, 22: 9109. <https://doi.org/10.3390/ijms22179109>
- Unno K, Muguruma Y, Inoue K, Konishi T, Taguchi K, Hasegawa-Ishii S, Shimada A, Nakamura Y. 2021. Theanine, Antistress Amino Acid in Tea Leaves, Causes Hippocampal Metabolic Changes and Antidepressant Effects in Stress-Loaded Mice. *Int. J. Mol. Sci.*, 22: 193. <https://doi.org/10.3390/ijms22010193>
- Ushiroda C, Naito Y, Takagi T, Uchiyama K, Mizushima K, Higashimura Y, Yasukawa Z, Okubo T, Inoue R, Honda A, Matsuzaki Y, Itoh Y. 2019. Green tea polyphenol (epigallocatechin-3-gallate) improves gut dysbiosis and serum bile acids dysregulation in high-fat diet-fed mice. *J Clin Biochem Nutr.*, 65(1): 34-46. <https://doi.org/10.3164/jcfn.18-116>
- Vishnoi H, Bodla RB, and Kant R. Green tea (*Camellia sinensis*) and its antioxidant property: a review. *Int J Pharma Sci Res.* (2018) 9(5): 1723–1736. DOI: 10.13040/IJPSR.0975-8232.9(5).1723-36
- Vodnar DC. Inhibition of *Listeria monocytogenes* ATCC 19115 on ham steak by tea bioactive compounds incorporated into chitosan-coated plastic films. *Chem Cent J.* (2012) 6: 74. <https://doi.org/10.1186/1752-153X-6-74>
- Waller SB., Madrid IM, Serra EF, dos Reis Gomes A, Cleff MB, and de Faria RO. *In Vitro* Susceptibility of the *Sporothrix brasiliensis* to Aqueous Extracts of the Green Tea (*Camellia sinensis* L. Kuntze). *Act Vet Bras.* (2015) 9(4): 342-347.
- Wang ZM, Chen B, Zhou B, Zhao D, Wang LS. 2023. Green tea consumption and the risk of stroke: A systematic review and meta-analysis of cohort studies. *Nutrition*, 107:111936. doi: 10.1016/j.nut.2022.111936.
- Wang ST, Cui WQ, Pan D, Jiang M, Chang B, Sang LX. 2020. Tea polyphenols and their chemopreventive and therapeutic effects on colorectal cancer. *World J Gastroenterol.*, 26(6): 562-597. doi: 10.3748/wjg.v26.i6.562.
- Wang H, Fan J, Yu C, Guo Y, Pei P, Yang L, Chen Y, Du H, Meng F, Chen J, Chen Z, Lv J, Li L. 2021. Consumption of Tea, Alcohol, and Fruits and Risk of Kidney Stones: A Prospective Cohort Study in 0.5 Million Chinese Adults. *Nutrients*, 13: 1119. <https://doi.org/10.3390/nu13041119>
- Wang Y, Kan Z, Thompson HJ, Ling T, Ho CT, Li D, and Wan X. Impact of Six Typical Processing Methods on the Chemical Composition of Tea Leaves Using a Single *Camellia sinensis* Cultivar, Longjing 43, *J Agric Food Chem.* (2019) 67(19): 5423–5436. <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b05140>

- Wang Y, Ma S. Recent advances in inhibitors of bacterial fatty acid synthesis type II (FASII) system enzymes as potential antibacterial agents. *Chem Med Chem.* (2013) 8(10): 1589-1608. doi:10.1002/cmdc.201300209
- Wang X, Liu F, Li J, Yang X, Chen J, Cao J, Wu X, Lu X, Huang J, Li Y, Zhao L, Shen C, Hu D, Yu L, Liu X, Wu X, Wu S, Gu D. 2020. Tea consumption and the risk of atherosclerotic cardiovascular disease and all-cause mortality: The China-PAR project. *Eur J Prevent Cardiology*, 27(18): 1956-1963. doi:10.1177/2047487319894685
- Wang D, Wang T, Li Z, Guo Y, Granato D. 2022. Green Tea Polyphenols Upregulate the Nrf2 Signaling Pathway and Suppress Oxidative Stress and Inflammation Markers in D-Galactose-Induced Liver Aging in Mice. *Front. Nutr.*, 9: 836112. doi:10.3389/fnut.2022.836112
- Wang S, Wang Y, Wang Y, Duan Z, Ling Z, Wu W, Tong S, Wang H, and Deng S. Theaflavin-3,30-Digallate Suppresses Biofilm Formation, Acid Production, and Acid Tolerance in *Streptococcus mutans* by Targeting Virulence Factors. *Front Microbiol.* (2019) 10: 1705. doi: 10.3389/fmicb.2019.01705
- Wang Q, Wang Z, Shang B, Li Y, Zhou F, Zeng X, Liu Z, Yang H, Zhu M, 2024. Tea polyphenols improve lipid deposition via modulation of gut microbiota in rats and Ningxiang pigs, *J Func Foods*, 113. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2024.106049>
- Wang Y, Yu Y, Ding L, Xu P, Zhou J. 2022. Matcha green tea targets the gut–liver axis to alleviate obesity and metabolic disorders induced by a high-fat diet. *Front. Nutr.* 9: 931060. doi: 10.3389/fnut.2022.931060
- Wang Y, Zhao Y, Chong F, Song M, Sun Q, Li T, Xu L, Xu L, Song, C. 2020. A dose-response meta-analysis of green tea consumption and breast cancer risk. *Int J Food Sci. Nutr.*, 71(6): 656–667. <https://doi.org/10.1080/09637486.2020.1715353>
- Wei C, Zhang J, Chen N, Xu Z, Tang H. 2023. Does frequent tea consumption provide any benefit to cognitive function in older adults? Evidence from a national survey from China in 2018. *Front. Public Health* 11: 1269675. doi: 10.3389/fpubh.2023.1269675
- Wen B, Ren S, Zhang Y, Duan Y, Shen J, Zhu X, Wang Y, Ma Y, Zou Z, and Fang W. Effects of geographic locations and topographical factors on secondary metabolites distribution in green tea at a regional scale. *Food Control*, (2020) 110: 106979. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2019.106979>
- Wen L, Wu D, Tan X, Zhong M, Xing J, Li W, Li D, Cao F. 2022. The Role of Catechins in Regulating Diabetes: An Update Review. *Nutrients*, 14(21): 4681. doi: 10.3390/nu14214681.
- Włodarczyk M, Ciebiera M, Nowicka G, Łoziński T, Ali M, Al-Hendy A. 2024. Epigallocatechin Gallate for the Treatment of Benign and Malignant Gynecological

- Diseases—Focus on Epigenetic Mechanisms. *Nutrients*, 16: 559.
<https://doi.org/10.3390/nu16040559>
- Wu M, and Brown AC. Applications of Catechins in the Treatment of Bacterial Infections. *Pathogens*, (2021) 10: 546. <https://doi.org/10.3390/pathogens10050546>
- Xia S.-., Ma Z.-Y, Wang B, Guo S.-Y, Zhou X.-X, Gao F, 2021. The Association between Tea Consumption and the Risk of Fracture: A Dose—Response Meta-Analysis of Prospective Cohort Studies. *J Nutr, Health and Aging*, 25(9): 1046-1052.
<https://doi.org/10.1007/s12603-021-1677-4>
- Xia S, Xi F, Ou K, Zhang Y, Ni H, Wang C, Wang Q. 2024. The effects of EGCG supplementation on pancreatic islet α and β cells distribution in adult male mice. *J Nutr Biochem.*, 124:109529. <https://doi.org/10.1016/j.jnutbio.2023.109529>
- Xie X, Fu J, Gou W, Qin Y, Wang D, Huang Z, Wang L, Li X. 2024. Potential mechanism of tea for treating osteoporosis, osteoarthritis, and rheumatoid arthritis. *Front. Med.* 11: 1289777. doi: 10.3389/fmed.2024.1289777
- Xin X, Cheng C, Bei-yu C, Hong-shan L, Hua-jie T, Xin W, Zi-ming A, Qin-mei S, Yi-yang H, Qin F. 2021. Caffeine and EGCG Alleviate High-Trans Fatty Acid and High-Carbohydrate Diet-Induced NASH in Mice: Commonality and Specificity. *Front. Nutr.*, 8:784354. doi: 10.3389/fnut.2021.784354
- Xing C, Tan Y, Ni W. 2024. Tea intake and total body bone mineral density of all ages: a Mendelian randomization analysis. *Front. Nutr.* 11: 1289730. doi: 10.3389/fnut.2024.1289730
- Xiong LG, Chen YJ, Tong JW, Huang JA, Li J, Gong YS, and Liu ZH. Tea polyphenol epigallocatechin gallate inhibits *Escherichia coli* by increasing endogenous oxidative stress. *Food Chem.* (2017) 217: 196-204. doi: 10.1016/j.foodchem.2016.08.098.
- Xu F.-W, Lv Y.-L, Zhong Y.-F, Xue Y.-N, Wang Y, Zhang L.-Y, Hu X, Tan W.-Q. 2021. Beneficial Effects of Green Tea EGCG on Skin Wound Healing: A Comprehensive Review. *Molecules*, 26: 6123. <https://doi.org/10.3390/molecules26206123>
- Xu J, Xu Z, and Zheng W. A Review of the Antiviral Role of Green Tea Catechins. *Molecules*, (2017) 22(8):1337. doi: 10.3390/molecules22081337.
- Xu L, Wang R, Liu Y, Zhan S, Wu Z, Zhang X. 2023. Effect of tea polyphenols on the prevention of neurodegenerative diseases through gut microbiota. *J Functional Foods*, 107: 105669. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2023.105669>
- Xu R, Yang K, Ding J, Chen G. 2020. Effect of green tea supplementation on blood pressure: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Medicine (Baltimore)*. 99(6): e19047. doi: 10.1097/MD.00000000000019047.

- Yan Z, Zhong Y, Duan Y, Chen Q, and Li F. Antioxidant mechanism of tea polyphenols and its impact on health benefits. *Anim Nutr.* (2020) 6: 115–123.
<https://doi.org/10.1016/j.aninu.2020.01.001>
- Yanuarti R, Nainu F, and Sartini. Green tea extract-mediated augmentation of imipenem antibacterial activity against *Enterobacter cloacae* clinical isolates. *Pharmaciana*, (2021): 11(1): 133-142. DOI: 10.12928/pharmaciana.v11i1.16874
- Yang C-C, Wu C-J, Chien C-Y, Chien C-T. Green Tea Polyphenol Catechins Inhibit Coronavirus Replication and Potentiate the Adaptive Immunity and Autophagy-Dependent Protective Mechanism to Improve Acute Lung Injury in Mice. *Antioxidants*, (2021) 10: 928. <https://doi.org/10.3390/antiox10060928>
- Yazdanpanah Z, Salehi-Abargouei A, Mozaffari Z, Hemayati R. 2023. The effect of green tea (*Camellia sinensis*) on lipid profiles and renal function in people with type 2 diabetes and nephropathy: a randomized controlled clinical trial. *Front. Nutr.* 10:1253275. doi: 10.3389/fnut.2023.1253275
- Joe Yeong^{1,2}, Valerie Chew. 2016. The role of nuclear factor-kappa B and endoplasmic reticulum stress in hepatitis B viral-induced hepatocellular carcinoma. *Transl Cancer Res.*, 5(S1): S13-S17. doi: 10.21037/tcr.2016.06.09
- Yin J, Li N, Jun Q, Pan X, Liu C, Zhao K, Peng Y. 2024. Tea intake and risk of incident kidney stone: A meta-analysis. *Research Square*, DOI - 10.21203/rs.3.rs-4006705/v1
- Yu Z, Wu HY. 2023) Research Progress on the Therapeutic Mechanism of Tea Polyphenols in Neurodegenerative Diseases. *J Biosciences and Medicines*, 11 65-75.
<https://doi.org/10.4236/jbm.2023.1111007>
- Yussof A, Cammalleri B, Fayemiwo O, Lopez S, Chu T. Antibacterial and Sporocidal Activity Evaluation of Theaflavin-3,3'-digallate. *Int J Mol Sci.* (2022) 23(4): 2153.
<https://doi.org/10.3390/ijms23042153>
- Zhang J, Wei X, Dai W, and Lin Z. Study of enrichment difference of 64 elements among white tea subtypes and tea leaves of different maturity using inductively coupled plasma mass spectrometry. *Food Res Int.* (2019) 126: 108655.
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2019.108655>
- Zhang K, Li X, Na C, Abbas A, Abbas RZ, and Zaman MA. Anticoccidial effects of *Camellia sinensis* (green tea) extract and its effect on Blood and Serum chemistry of broiler chickens. *Pak Vet J.* (2020) 40(1): 77-80. <http://dx.doi.org/10.29261/pakvetj/2020.015>
- Zhou M, Konigsberg WH, Hao C, Pan Y, Sun J, Wang X. 2023. Bioactivity and mechanisms of flavonoids in decreasing insulin resistance, *J Enzyme Inhibition and Medicinal Chemistry*, 38(1): 2199168, DOI: 10.1080/14756366.2023.2199168

- Zhao CN, Tang GY, Cao SY, Xu XY, Gan RY, Liu Q, Mao QQ, Shang A, and Li HB. Phenolic Profiles and Antioxidant Activities of 30 Tea Infusions from Green, Black, Oolong, White, Yellow and Dark Teas. *Antioxidants*, (2019) 8: 215. doi:10.3390/antiox8070215
- Zhang Y, Lin H, Liu C, Huang J, Liu Z. 2020. A review for physiological activities of EGCG and the role in improving fertility in humans/mammals. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 127: 110186. <https://doi.org/10.1016/j.biopha.2020.110186>
- Zhang Y, Xiong Y, Shen S, Yang J, Wang W, Wu T, Chen L, Yu Q, Zuo H, Wang X, Lei X. 2022. Causal Association Between Tea Consumption and Kidney Function: A Mendelian Randomization Study. *Front. Nutr.* 9: 801591. doi: 10.3389/fnut.2022.801591
- Zhou X, Li Y, Mu R, Wang C, Song Y, Zhou C, Mei X. 2023. Duyun compound green tea extracts regulate bile acid metabolism on mice induced by high-fat diet. *British J Nutr.*, 130(1): 33-41. doi:10.1017/S0007114522003166