

Sifat Prebiotik Teh Oolong

[Prebiotics Properties of Oolong Tea]

Alfi Nur Rochmah^{1*}, Nurul Azizah Choiriyah², Yenny Febriana Ramadhan Abdi¹, dan Retno Widyastuti³

¹ Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Sekolah Vokasi, Universitas Sebelas Maret, Surakarta, Jawa Tengah, Jl. Kolonel Sutarto Nomor 150K, Jebres, Surakarta, Jawa Tengah

² Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Terbuka, Jl. Cabe Raya, Pondok Cabe, Pamulang, Tangerang Selatan

³ Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Veteran Bangun Nusantara, Jl. Letjen Sudjono Humardani No.1, Jombor, Bendosari, Sukoharjo, Jawa Tengah

* Email korespondensi: finur@staff.uns.ac.id

ABSTRACT

Oolong tea is a semi-fermented tea derived from Camellia sinensis leaves. Oolong tea contains high polyphenol compounds that act as antioxidants and prebiotics. However, studies related to the prebiotic properties of oolong tea are still limited. This review aims to discuss scientific research that supports the concept of oolong tea polyphenol compounds as prebiotics. Oolong tea polyphenol compounds have low bioavailability. The part of the polyphenols that are not absorbed by the small intestine will be metabolized by intestinal bacteria. This has implications for improving intestinal microbiota and increasing SCFA production which have health effects on the body as antiobesity, improving colon inflammation and preventing cardiovascular disease.

Keywords: Oolong tea, prebiotics properties

ABSTRAK

Teh oolong merupakan teh semi fermentasi yang berasal dari daun Camelia sinensis. Teh oolong mengandung senyawa polifenol yang tinggi yang bersifat sebagai antioksidan dan prebiotik. Namun, studi terkait sifat prebiotik dari teh oolong masih terbatas. Review ini bertujuan untuk mendiskusikan penelitian ilmiah yang mendukung konsep senyawa polifenol teh oolong sebagai prebiotik. Senyawa polifenol teh oolong memiliki bioavailabilitas yang rendah. Bagian polifenol yang tidak diserap oleh usus halus akan dimetabolisme oleh bakteri usus. Hal tersebut berimplikasi terhadap perbaikan mikrobiota usus dan peningkatan produksi SCFA yang memiliki efek kesehatan bagi tubuh sebagai antiobesitas, perbaikan peradangan usus besar dan pencegahan penyakit kardiovaskular.

Kata kunci: Sifat prebiotik, Teh Oolong

Pendahuluan

Teh oolong merupakan teh semi fermentasi. Pengolahan teh oolong secara umum sebagai berikut penjemuran dan pelayuan, fermentasi/oksidasi, penghentian proses oksidasi (*fixing*), penggulangan, pengeringan, pemanggangan, pengemasan. Selama pengolahan the oolong, tingkat oksidasi sebesar 10-70 %. Teh oolong merupakan bahan yang kaya akan senyawa polifenol. Senyawa polifenol terdapat dalam jumlah sepertiga dari berat kering teh. Senyawa katekin merupakan jenis polifenol tertinggi pada teh. Kandungan katekin mayor pada teh oolong lebih rendah daripada teh hijau karena katekin teroksidasi secara parsial oleh polifenol oksidase selama proses fermentasi/oksidasi (Wang et al., 2022)

Teh oolong mengandung epigalokatekin-3-O-(3"-O-metil)-gallat (EGCG3"Me) yang tinggi, yaitu sebesar 10.42 ± 0.47 mg/g (Sun et al., 2018), dimana senyawa EGCG3"Me tersebut tidak terdapat pada teh hijau dan teh hitam (Zhang et al., 2013). Teh oolong merupakan jenis teh yang memiliki kapasitas antioksidan yang tinggi. Berdasarkan pengujian, urutan kapasitas antioksidan dari yang tertinggi hingga terendah sebagai berikut teh hijau, teh oolong dan teh hitam. Teh yang tidak terfermentasi menunjukkan kapasitas antioksidan yang terbaik, sedang teh semi fermentasi menunjukkan kapasitas antioksidan yang lebih baik daripada teh yang difermentasi penuh (Sun et al., 2018).

Senyawa polifenol teh oolong memiliki sifat sebagai antioksidan, antiinflamasi, antimikroba, antitumor, antipenuaan dini dan prebiotik. Sebagian besar senyawa polifenol pada teh lolos pencernaan di usus halus dan langsung menuju ke usus besar (Z. Liu, Vincken, & de Bruijn, 2022). Mikrobiota usus dapat memetabolisme senyawa makanan, termasuk polifenol yang tidak tercerna di usus halus. Hasil metabolismenya dapat bermanfaat bagi kesehatan kolon (Mena et al., 2018) dan meningkatkan mikrobiota usus itu sendiri (Tung, Liang, Yang, Ho, & Pan, 2022). Menurut (Sun et al., 2018), mikrobiota usus dapat menyeimbangkan zat gizi yang masuk dan meregulasi energi dengan memproses komponen makanan yang tidak tercerna di usus halus.

Definisi awal mengenai prebiotik terbatas pada oligosakarida tidak tercerna, seperti fruktooligosakarida (FOS) and galaktooligosakarida (GOS), yang bermanfaat bagi kesehatan manusia dengan menstimulasi secara selektif pertumbuhan dan aktivitas dari salah satu atau terbatas pada spesies bakteri tertentu (G. R. Gibson & Roberfroid, 1995). Setelah dua dekade, oligosakarida diperluas menyediakan manfaat kesehatan melalui pembentukan metabolit mikroba bioaktif dan modulasi komposisi mikrobiota usus. Pada desember 2016, ISAP (*The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics*) memperbarui definisi prebiotik menjadi "senyawa yang digunakan secara selektif oleh mikroorganisme usus yang mempunyai manfaat kesehatan". Definisi ini memperluas cakupan prebiotik, yaitu termasuk senyawa yang bukan bagian dari oligosakarida, seperti PUFA (*polyunsaturated fatty acids*) dan polifenol diklaim sebagai prebiotik (Glenn R. Gibson et al., 2017).

Berdasarkan penelitian (Zhang et al., 2013), katekin teh memiliki bioavailabilitas yang rendah, Katekin teh hanya dapat diserap dalam jumlah yang sedikit oleh usus halus dan mayoritas katekin teh (lebih dari 80 %) dimetabolisme bakteri pada usus besar. Pada penelitian (Cheng et al., 2017), mengenai efek modulasi dari katekin teh oolong pada mikroba usus menunjukkan penurunan rasio Firmicutes:Bacteroidetes yang mengindikasikan senyawa polifenol teh dapat digunakan sebagai komponen pangan fungsional dengan potensi sifat terapeutik, yaitu memanipulasi mikrobiota usus manusia. Potensi prebiotik dari senyawa polifenol yang berasal dari teh oolong sejauh ini belum pernah direview secara sistematis. Review ini mendiskusikan secara kritis penelitian ilmiah yang mendukung konsep senyawa polifenol teh oolong sebagai prebiotik.

Senyawa Polifenol Teh Oolong

Senyawa katekin selama proses fermentasi akan teroksidasi menjadi quinon kemudian menjadi bisflavanol, tearubigen, teaflavin dan senyawa berbobot molekul tinggi lainnya. Tabel 1 menunjukkan kandungan senyawa polifenol pada teh oolong dibandingkan dengan teh hijau dan hitam. Berdasarkan Tabel 1. teh oolong mengandung epigalokatekin-3-O-(3"-O-metil)-galat (EGCG3"Me) yang tinggi, yaitu sebesar 10.42 ± 0.47 mg/g dimana senyawa tersebut tidak ditemukan pada teh hijau dan teh

hitam. Senyawa epigalokatekin galat (EGCG) merupakan senyawa dengan komposisi terbesar pada teh oolong, teh hijau dan teh hitam. Senyawa terbesar selanjutnya pada teh oolong, teh hijau dan teh hitam yaitu epigalokatekin (EGC) dan epikatekin-3-galat (ECG) (Sun et al., 2018). Hal tersebut sesuai dengan penelitian (Yan et al., 2024).

Tabel 1 Kandungan katekin, asam galat, kafein, teobromin dan teofilin pada teh oolong, teh hijau dan teh hitam

Komponen (mg/g)	Teh oolong	Teh hijau	Teh hitam
Asam galat	0,02 ^b	0,01 ^a	0,02 ^b
Galokatekin (GC)	2,55 ^a	3,46 ^c	3,08 ^b
Teobromin	0,23 ^a	0,35 ^c	0,28 ^b
Epigalokatekin (EGC)	16,62 ^a	19,01 ^c	17,61 ^b
C (Katekin)	0,35 ^a	0,54 ^c	0,47 ^b
Teofilin	0,01 ^a	0,01 ^a	0,01 ^a
EGCG (Epigalokatekin galat)	48,71 ^b	51,08 ^c	43,25 ^a
Kafein	43,29 ^b	45,96 ^c	38,64 ^a
Epikatekin (EC)	3,17 ^a	-	4,02 ^b
Galokatekin galat (GCG)	2,44 ^b	2,25 ^a	3,62 ^c
Epigalokatekin-3-O-(3"-O-metil)-galat (EGCG"3Me)	10,42 ^a	-	-
Epikatekin galat (ECG)	13,03 ^b	12,89 ^b	8,73 ^a
Katekin galat (CG)	0,77 ^a	-	-

Perbedaan notasi huruf yang berbeda di belakang angka menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) di antara sampel (Sun et al., 2018)

Proses Metabolisme Polifenol Teh Oolong

Saat mengkonsumsi teh, senyawa polifenol melewati mulut, esofagus dan pencernaan di perut. Di usus halus, karena permeabilitas yang rendah dan effluks, senyawa polifenol yang dapat diserap di enterosit dan sistem sirkulasi hanya dalam persentase kecil. Bioavailabilitas EGC, EC dan EGCG masing-masing hanya sekitar 13.7% EGC, 31.2% EC dan 0.1% EGCG. Senyawa polifenol teh menunjukkan beberapa efek yang bermanfaat saat diuji secara invitro, karena bioavailabilitasnya yang rendah, senyawa polifenol yang diserap ke dalam usus halus sangat rendah. Lebih dari 90%, senyawa polifenol dimetabolisme menjadi senyawa yang lebih sederhana oleh bakteri yang terdapat dalam kolon. Hal tersebut memiliki pengaruh positif terhadap ekologi mikroba dalam usus (Z. Liu et al., 2022).

Bakteri usus dapat memecah kerangka polifenol dan melalui reaksi reduksi, dekarboksilasi, demetilasi dan dihidroksilasi dapat menghasilkan senyawa metabolit yang lebih sederhana seperti asam polifenol. Flavanol katekin (flavan-3-ols) yang merupakan polifenol teh terpenting, mengalami pembelahan cincin C dan beberapa dehidrogenasi oleh aksi mikroorganisme usus, menghasilkan asam fenilpentanoat dan fenil- γ -valerolakton yang kemudian diubah lagi menjadi berbagai fenol dan asam hidroksibenzoat. Melalui penelitian invitro oleh (Y. Liu et al., 2020), EGCG mengalami hidrolisis ester berurutan oleh mikroorganisme usus dan akhirnya terdegradasi menjadi serangkaian metabolit seperti asam propionate 3-(3',4'-dihidroksifenil) dan 4-asam fenilbutirat. Metabolit sederhana ini dapat diserap oleh mukosa usus ke dalam portal sirkulasi, mengalir ke hati dan kemudian dikirim ke berbagai organ tubuh. Polifenol teh memiliki sifat antioksidan, anti-virus dan

anti-bakteri yang baik setelah dimetabolisme oleh mikroorganisme usus dan memiliki peran penting dalam menjaga kesehatan manusia.

Penelitian melaporkan suplementasi teh oolong selama 4 minggu dapat meningkatkan Muribaculaceae yang termasuk golongan Bacteroidetes secara melimpah. Muribaculaceae berkontribusi terhadap produksi asam lemak rantai pendek/*short chain fatty acid* (SCFA) (Yan et al., 2024). Lebih lanjut (Li et al., 2022) menambahkan bahwa *Alloprevotella* dan *Alistipes* juga memproduksi SCFA. SCFA merupakan metabolit utama dari mikrobiota usus (Yan et al., 2024) dan biomarker dari prebiotik. Penelitian sebelumnya telah membuktikan bahwa peningkatan mikroorganisme seperti *Lactobacillus* dapat meningkatkan SCFA khususnya asam butirat. Polifenol juga dapat menghambat α -amilase dan α -glukosidase yang terdapat pada saliva dan usus halus, yang berakibat residu karbohidrat masuk ke usus besar yang selanjutnya menjadi substrat untuk produksi SCFA (Alves-Santos, Sugizaki, Lima, & Naves, 2020). Konsentrasi asam format dan propionat meningkat secara signifikan pada kultur yang mengandung polifenol teh oolong. Asam format adalah produk akhir dari reaksi dimana piruvat diubah menjadi asam format. Konsentrasi propionat yang tinggi di usus besar memiliki potensi besar untuk pencegahan hipokolesterolemia. Selain itu, *Bacteroides-Prevotella* merupakan kelompok komunitas mikroba usus yang dominan dan dikenal sebagai penghasil asam propionat.

Beberapa SCFA termasuk asam asetat dapat merangsang sekresi musin, dan diangkut ke bagian tubuh lain untuk dimanfaatkan lebih lanjut. Tingginya kadar asam asetat mungkin berkorelasi dengan aktivitas metabolisme *Bifidobacterium* dan *Lactobacillus*. Telah dilaporkan bahwa asam asetat dan butirat diproduksi oleh hampir semua bakteri usus, asam asetat dianggap sebagai produk akhir fermentasi khas jalur bifidus sedangkan asam butirat hasil dari *Lactobacillus*, *Clostridia* dan *Eubacteria*. Peningkatan produksi SCFA di usus dianggap baik karena mengasamkan lingkungan kolon, dapat meningkatkan penyerapan mineral dan melindungi terhadap bakteri patogen; oleh karena itu, polifenol teh mungkin bermanfaat bagi ekosistem usus (Sun et al., 2018).

Penelitian terbaru lainnya menunjukkan bahwa teh mengandung ellagitanin sebesar 0.15-4.46 mg asam elagik ekuivalen/g. Ellagitanin akan diubah oleh mikrobiota usus menjadi urolitin yang terdeteksi pada urin manusia. Urolitin terbukti memegang peranan penting dalam memberikan efek kesehatan seperti dapat memperlambat proliferasi dan pertumbuhan berbagai macam tipe sel kanker, untuk memerangi peradangan dalam fungsi kekebalan tubuh, penyakit saraf, obesitas, sindrom metabolik terkait obesitas, dan penyakit kardiovaskular (Yang & Tomás-Barberán, 2019).

Efek Polifenol Teh Oolong terhadap Flora Usus

Setelah melalui penelitian menggunakan hewan coba, percobaan pada manusia dan fermentasi in vitro, hasil penelitian menunjukkan bahwa polifenol teh menyediakan beberapa stimulasi terhadap beberapa bakteri yang bermanfaat di usus dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang berbahaya. Sebagai tambahan, polifenol teh dapat mempengaruhi macam dan kandungan senyawa metabolit hasil metabolisme mikroba usus yang berfungsi untuk menjaga kesehatan tubuh manusia.

Penelitian dengan eksperimen fermentasi in vitro oleh (Y. Liu et al., 2020) menemukan bahwa senyawa EGCG dapat menstimulasi bakteri yang bermanfaat seperti *Christensenellaceae*, *Bacteroides* dan *Bifidobacterium* serta menghambat bakteri patogen seperti *Bilophila*, *Enterobacteriaceae*, *Fusobacterium varium*. Selanjutnya, penelitian (Sun et al., 2018) yang menginvestigasi efek teh oolong terhadap mikrobiota usus manusia secara in vitro menunjukkan

bahwa senyawa polifenol pada teh oolong mampu meningkatkan *Bifidobacterium spp*, *Lactobacillus spp*, dan *Enterococcus spp* dan menekan proliferasi *Prevotella*, *Bacteroides* dan *Clostridium histolyticum*.

Penelitian oleh (Li et al., 2022) yang membandingkan komposisi flora usus pada tingkat genus mengemukakan bahwa terjadi penurunan jumlah bakteri *Blautia*, *Mucispirillum*, *Odoribacter*, *Ruminiclostridium*, dan *Bilophila* pada tikus yang diberi pakan tinggi lemak. Jumlah bakteri *Blautia*, *Mucispirillum*, *Odoribacter*, *Ruminiclostridium*, dan *Bilophila* melimpah disebabkan oleh diet tinggi lemak. *Mucispirillum* telah dianggap mengganggu obesitas dengan keterlibatannya dalam metabolisme energi mitokondria dan proses inflamasi, sementara *Oscillibacter* berkaitan erat dengan obesitas dan mengurangi ekspresi protein yang berhubungan dengan penghalang mukosa usus. Sebagai tambahan, teh oolong dapat meregulasi sejumlah bakteri yang bermanfaat seperti *Alloprevotella*, *Alistipes*, dan *Lactobacillus*.

Pada usus orang dewasa, terdapat dua bakteri bermanfaat yang dominan yaitu bakteriodetes dan firmicutes. Proporsi bakteriodetes semakin berkurang pada individu obesitas. Penelitian oleh (Bond & Derbyshire, 2019) menunjukkan bahwa dengan konsumsi polifenol teh oolong, maka mikrobiota usus akan memetabolisme polifenol dan meningkatkan proporsi bakteriodetes serta menurunkan populasi firmicutes.

Manfaat kesehatan polifenol teh oolong terkait mikrobiota usus

Modulasi mikrobiota usus oleh polifenol teh dapat memberikan manfaat kesehatan lebih lanjut bagi tubuh manusia, seperti anti-obesitas, perbaikan penyakit radang usus (IBD) dan penyakit kardiovaskular (CVD). Manfaat kesehatan ini merupakan akibat dari senyawa polifenol teh dan hasil dari proses metabolisme mikroba. Menurut (J. Liu et al., 2019) pemberian 1% ekstrak teh oolong dari pakan selama 28 minggu pada tikus yang diberi pakan tinggi lemak dapat menurunkan berat badan, meningkatkan toleransi glukosa, menurunkan lipid hati, menurunkan berat jaringan adipose putih, menurunkan lipopolisakarida plasma, menaikkan asam lemak rantai pendek feses.

Penelitian (Li et al., 2022) dengan hewan coba Tikus diberi pakan dengan suplementasi teh oolong (dengan kandungan polifenol 93,94%) ditambah pemberian tinggi lemak terus menerus selama 8 minggu. Setelah 2 minggu, peningkatan berat badan yang signifikan terlihat pada tikus yang diberi pakan tinggi lemak dibandingkan dengan kelompok kontrol, dan peningkatan tajam ini bertahan hingga akhir intervensi, sementara suplementasi teh oolong menghambat kelebihan berat badan yang disebabkan oleh pakan tinggi lemak dari minggu 4 ke minggu seterusnya. Teh oolong mengandung komponen bioaktif yang tinggi memiliki efek antiobesitas terkait dengan mikrobiota usus. Komponen bioaktif kompleks dari teh oolong termasuk katekin, teanin, dan protein teh dapat dicerna menjadi senyawa antara dan kemudian berinteraksi dengan mikrobiota usus. Beberapa produk antara mungkin diangkut dari usus besar ke hati, di mana produk tersebut diubah secara biologis menjadi metabolit glukuronida, sulfat, dan metil. Bahan lain yang tidak tersedia untuk penyerapan usus dapat meningkatkan keragaman populasi mikroba, secara positif mengubah komposisi flora usus, dan memodulasi kelimpahan mikroba yang bermanfaat, sehingga menghasilkan dampak positif pada kesehatan metabolisme inang dan penyakit terkait obesitas. Menurut (Wang et al., 2022) teh oolong memiliki sifat antiobesitas melalui penghambatan aktivitas α -amilase pankreas.

Antiinflamasi pada Usus

Penelitian (Z. Liu, De Bruijn, Bruins, & Vincken, 2020) menunjukkan pemberian ekstrak teh oolong sebanyak 5 mg/kg berat badan selama 14 hari pada tikus Kunming kolitis yang diinduksi dekstran sodium sulfat (DSS) terjadi penurunan inflamasi kolon, perbaikan integritas kolon dan penurunan NF- κ B. Tikus yang diberi ekstrak the oolong mengalami penurunan jumlah bakterioid. Bakterioid sangat terkait dengan peradangan usus, yang dibuktikan pada beberapa model hewan dan pasien yang mengalami IBD (*Inflammatory Bowel Disease*). Teh oolong dapat memperbaiki kolitis berkaitan dengan mikrobiota usus pada tikus yang diinduksi DSS. The oolong dapat mengurangi populasi yang melimpah dari bakterioid, *Oscilibacter*, *Mucispirillum*, *Helicobacter*, *Bracysphira*, *Parabakteroides*.

Oscilibacter berperan tinggi dalam disfungsi usus yang disebabkan oleh diet tinggi lemak, juga berhubungan positif dengan penyakit pencernaan dan kolitis yang lebih parah. *Mucispirillum* dapat mengubah permeabilitas dan integritas usus sedangkan *Helicobacter* telah diidentifikasi sebagai sejenis bakteri yang memicu penyakit lambung. *Brachyspira* adalah sejenis patogen hewan yang dikonfirmasi dapat menyebabkan kolitis disertai diare atau disentri. *Parabacteroides* telah diidentifikasi sebagai spesies yang mendukung peradangan usus pada kolitis akut dan kronis (Truong & Jeong, 2022).

SCFA merupakan produk utama mikrobiota usus, mampu menjaga kesehatan kolon dengan cara mengurangi peradangan dan memperbaiki integritas usus. SCFA memperbaiki kolitis dengan penurunan produksi sitokin proinflamasi dan inaktivasi NF- κ B. *Faecalibaculum* dan *Odoribacter* merupakan bakteri penghasil butirir dengan sifat anti inflamasi dan menurunkan IBD secara signifikan. Pemberian teh oolong pada tikus yang diinduksi DSS dapat meningkatkan jumlah *Faecalibaculum* dan *Odoribacter* (Z. Liu et al., 2020).

Antiinflamasi dan Pencegahan Penyakit Kardiovaskular

Mikrobiota usus memetabolisme senyawa polifenol teh oolong yang tidak dapat dicerna menjadi asam lemak rantai pendek (SCFA) termasuk asetat, butirir dan propionat, sehingga memberikan efek antiinflamasi dan melindungi terhadap CVD (Panyod et al., 2023). Tikus betina C57BL/6 yang diberi 1,3 % karnitin dan 1% the oolong selama 6 minggu menunjukkan penurunan produksi TMAO (*trimethylamine-N-oxide*) dan perlindungan terhadap inflamasi vaskular dibandingkan tikus yang diberi 1,3% karnitin saja selama 6 minggu. TMAO merupakan senyawa yang berkontribusi terhadap peradangan pembuluh darah yang berhubungan erat dengan penyakit kardio vaskular. TMAO dikenal sebagai produk katalis mikrobioma, dan oleh karena itu pemberian prebiotik secara nyata dapat menurunkan konsentrasi TMAO dalam plasma. Tikus yang diberi karnitin dan Teh oolong mengalami peningkatan *Lactobacillus* sehingga dapat menurunkan TMAO (Chen et al., 2019)

Kesimpulan

Sebagai salah satu minuman yang banyak dikonsumsi oleh penduduk dunia, teh mendapat perhatian lebih oleh peneliti dan konsumen terkait efek kesehatannya. Senyawa bioaktif yang tinggi dari teh oolong membuat bahan tersebut bersifat pangan fungsional yang ideal. Polifenol merupakan bahan yang memiliki bioavailabilitas yang rendah dan berfungsi sebagai prebiotik. Polifenol teh oolong dapat meningkatkan mikroba baik pada usus manusia seperti *Bifidobacterium spp*, *Lactobacillus spp*, dan *Enterococcus spp* melawan bakteri patogen. Hasil metabolisme polifenol the oolong yaitu SCFA merupakan bahan yang memiliki efek kesehatan yang tinggi. Peningkatan produksi SCFA di usus dianggap baik karena mengasamkan lingkungan kolon, dapat meningkatkan penyerapan mineral dan melindungi terhadap bakteri pathogen. Lebih lanjut modulasi microflora usus dan peningkatan produksi SCFA tersebut dapat bersifat sebagai anti-obesitas, perbaikan penyakit radang usus (IBD) dan pencegahan penyakit kardiovaskular (CVD)

Daftar pustaka

- Alves-Santos, A. M., Sugizaki, C. S. A., Lima, G. C., & Naves, M. M. V. (2020). Prebiotic Effect Of Dietary Polyphenols: A Systematic Review. *Journal of Functional Foods*, 74(June), 104169. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jff.2020.104169>
- Bond, T., & Derbyshire, E. (2019). Tea Compounds And The Gut Microbiome: Findings From Trials And Mechanistic Studies. *Nutrients*, 11(10), 1–13. Retrieved from <https://doi.org/10.3390/nu11102364>
- Chen, P. Y., Li, S., Koh, Y. C., Wu, J. C., Yang, M. J., Ho, C. T., & Pan, M. H. (2019). Oolong Tea Extract And Citrus Peel Polymethoxyflavones Reduce Transformation Of L -Carnitine To Trimethylamine- N-Oxide And Decrease Vascular Inflammation In L -Carnitine Feeding Mice. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(28), 7869–7879. Retrieved from <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.9b03092>
- Cheng, M., Zhang, X., Miao, Y., Cao, J., Wu, Z., & Weng, P. (2017). The Modulatory Effect Of (-)-Epigallocatechin 3-O-(3-O-Methyl) Gallate (EGCG3"Me) On Intestinal Microbiota Of High Fat Diet-Induced Obesity Mice Model. *Food Research International*, 92, 9–16. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.12.008>
- Gibson, G. R., & Roberfroid, M. B. (1995). Dietary Modulation Of The Human Colonic Microbiota: Introducing The Concept Of Prebiotics. *Journal of Nutrition*, 125(6), 1401–1412.
- Gibson, Glenn R., Hutkins, R., Sanders, M. E., Prescott, S. L., Reimer, R. A., Salminen, S. J., ... Reid, G. (2017). Expert Consensus Document: The International Scientific Association For Probiotics And Prebiotics (Isapp) Consensus Statement On The Definition And Scope Of Prebiotics. *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology*, 14(8), 491–502. Retrieved from <https://doi.org/10.1038/nrgastro.2017.75>
- Li, A., Wang, J., Kou, R., Chen, M., Zhang, B., Zhang, Y., ... Wang, S. (2022). Polyphenol-Rich Oolong Tea Alleviates Obesity And Modulates Gut Microbiota In High-Fat Diet-Fed Mice. *Frontiers in Nutrition*, 9(July), 1–14. Retrieved from <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.937279>
- Liu, J., Hao, W., He, Z., Kwek, E., Zhao, Y., Zhu, H., ... Chen, Z. Y. (2019). Beneficial Effects Of Tea Water Extracts On The Body Weight And Gut Microbiota In C57BL/6J Mice Fed With A High-Fat Diet. *Food and Function*. Retrieved from <https://doi.org/10.1039/c8fo02051e>
- Liu, Y., Wang, X., Chen, Q., Luo, L., Ma, M., Xiao, B., & Zeng, L. (2020). Camellia Sinensis And Litsea Coreana Ameliorate Intestinal Inflammation And Modulate Gut Microbiota In Dextran Sulfate Sodium-Induced Colitis Mice. *Molecular Nutrition and Food Research*, 64(6), 1–30. Retrieved from <https://doi.org/10.1002/mnfr.201900943>
- Liu, Z., De Bruijn, W. J. C., Bruins, M. E., & Vincken, J. P. (2020). Reciprocal Interactions Between

- Epigallocatechin-3-Gallate (EGCG) And Human Gut Microbiota In Vitro. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 68(36), 9804–9815. Retrieved from <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.0c03587>
- Liu, Z., Vincken, J. P., & de Bruijn, W. J. C. (2022). Tea Phenolics As Prebiotics. *Trends in Food Science and Technology*, 127(June), 156–168. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2022.06.007>
- Mena, P., Bresciani, L., Brindani, N., Ludwig, I. A., Pereira-caro, G., Angelino, D., Del, D. (2018). Natural Product Reports. Retrieved from <https://doi.org/10.1039/c8np00062j>
- Panyod, S., Wu, W. K., Chen, C. C., Wu, M. S., Ho, C. T., & Sheen, L. Y. (2023). Modulation Of Gut Microbiota By Foods And Herbs To Prevent Cardiovascular Diseases. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 13(2), 107–118. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.jtcme.2021.09.006>
- Sun, H., Chen, Y., Cheng, M., Zhang, X., Zheng, X., & Zhang, Z. (2018). The Modulatory Effect Of Polyphenols From Green Tea, Oolong Tea And Black Tea On Human Intestinal Microbiota In Vitro. *Journal of Food Science and Technology*, 55(1), 399–407. Retrieved from <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2951-7>
- Truong, V. L., & Jeong, W. S. (2022). Antioxidant And Anti-Inflammatory Roles Of Tea Polyphenols In Inflammatory Bowel Diseases. *Food Science and Human Wellness*, 11(3), 502–511. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2021.12.008>
- Tung, Y. C., Liang, Z. R., Yang, M. J., Ho, C. T., & Pan, M. H. (2022). Oolong Tea Extract Alleviates Weight Gain In High-Fat Diet-Induced Obese Rats By Regulating Lipid Metabolism And Modulating Gut Microbiota. *Food & Function*, 13(5), 2846–2856. Retrieved from <https://doi.org/10.1039/d1fo03356e>
- Wang, S., Zeng, T., Zhao, S., Zhu, Y., Feng, C., Zhan, J., ... Gossiau, A. (2022). Multifunctional Health-Promoting Effects Of Oolong Tea And Its Products. *Food Science and Human Wellness*, 11(3), 512–523. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.fshw.2021.12.009>
- Yan, R., Ho, C. T., Liu, Y., Zhan, S., Wu, Z., & Zhang, X. (2024). The Modulatory Effect Of Oolong Tea Polyphenols On Intestinal Flora And Hypothalamus Gene Expression In A Circadian Rhythm Disturbance Mouse Model. *Food Science and Human Wellness*, 13(2), 748–764. Retrieved from <https://doi.org/10.26599/FSHW.2022.9250064>
- Yang, X., & Tomás-Barberán, F. A. (2019). Tea Is a Significant Dietary Source of Ellagitannins and Ellagic Acid. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 67(19), 5394–5404. Retrieved from <https://doi.org/10.1021/acs.jafc.8b05010>
- Zhang, X., Zhu, X., Sun, Y., Hu, B., Sun, Y., Jabbar, S., & Zeng, X. (2013). Fermentation In Vitro Of EGCG, GCG And EGCG3"Me Isolated From Oolong Tea By Human Intestinal Microbiota. *Food Research International*, 54(2), 1589–1595. Retrieved from <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.10.005>