



Analisis Kandungan Fitokimia Kombinasi Teh Putih Dan Jahe Bubuk Dengan Metode HPLC

Anastasha Kresandra, Budi Setiawan*, Rimbawan

Departemen Ilmu Gizi, Fakultas Ekologi Manusia, Institut Pertanian Bogor, Indonesia

E-mail: bsetiawan@apps.ipb.ac.id*

INFO ARTIKEL

Kata kunci: EGCG; HPLC; jahe; katekin; Teh putih

ABSTRAK

Teh putih merupakan salah satu jenis teh yang merupakan jenis teh yang memiliki kadar polifenol tertinggi dibanding teh hijau, teh hitam, dan teh oolong. Polifenol pada teh paling banyak terdapat dalam bentuk katekin. Sekitar 60% dari katekin terdapat dalam bentuk *epigallocatechin-3-gallate* (EGCG). Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan perlakuan terbaik dalam pengembangan produk teh putih dan jahe bubuk. Penelitian ini menggunakan metode HPLC dalam pengukuran kadar fitokimia yang terdapat pada kombinasi teh putih dan jahe bubuk. Penelitian ini menggunakan desain eksperimental dengan dua kali pengulangan. Senyawa yang difokuskan pada penelitian ini antara lain penetapan kadar katekin, EGCG, asam galat, dan kafein. Teh putih yang digunakan pada penelitian ini berasal dari Pusat Penelitian Teh dan Kina (PPTK) Gambung dan jahe bubuk yang berasal dari Balat Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (BALITTRO). Terdapat tiga perlakuan perbandingan rasio teh putih dan jahe, yakni rasio teh putih: jahe pada perlakuan P1 (30:70), P2 (50:50), P3 (70:30). Hasil yang diperoleh menunjukkan rata-rata kadar katekin, EGCG, dan kafein memiliki perbedaan yang signifikan antara ketiga kombinasi teh putih dan jahe dan tidak berbeda signifikan pada rata-rata kadar asam galat. Rata-rata kadar katekin, EGCG, asam galat, dan kafein tertinggi ditemukan pada perlakuan P3 dengan kadar masing-masing senyawa tersebut secara berurutan sebesar $0,645 \pm 0,060\%$, $2,140 \pm 0,195\%$, $0,164 \pm 0,049\%$, $1,861 \pm 0,122\%$. Perlakuan P3 merupakan perlakuan terpilih dalam pengembangan produk teh putih dan jahe dikarenakan memiliki kadar katekin, EGCG, asam galat, dan kafein tertinggi.

Keywords: catechin; EGCG; ginger; HPLC; White tea

ABSTRACT

White tea has the highest levels of polyphenols among the other types of tea, such as green tea, black tea, and oolong tea. Polyphenols in tea are mostly found in the form of catechins, with about 60% in the form of *epigallocatechin-3-gallate* (EGCG). The purpose of this research is to determine the best treatment in development of tea products with combination of white tea and ginger. HPLC was used to measure the levels of phytochemicals found in combination of white tea and ground ginger. This research used an experimental design with two repetitions. This research focuses in determining the levels of catechin, EGCG, gallic acid, and caffeine from three different ratio of white tea and ginger. The white tea used in this research was from Pusat Penelitian Teh dan Kina (PPTK) Gambung and ground ginger

from Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (BALITTRO). The three different ratios between white tea: ginger used in this research are P1 (30:70), P2 (50:50), and P3 (70:30). The results obtained showed that the average levels of catechin, EGCG, and caffeine were significantly different between the three combinations of white tea and ginger and did not differ significantly in the average levels of gallic acid. P3 has the highest average catechin, EGCG, gallic acid, and caffeine with the amount $0,645 \pm 0,060\%$, $2,140 \pm 0,195\%$, $0,164 \pm 0,049\%$, and $1,861 \pm 0,122\%$ respectively. P3 is the selected product in the development product of white tea and ginger according to the highest average of catechin, EGCG, gallic acid, and caffeine.

PENDAHULUAN

Minuman teh berasal dari daun tumbuhan *Camellia sinensis* yang diolah dengan cara yang beragam sehingga menghasilkan berbagai jenis minuman teh yang beragam. Umumnya, proses pengolahan teh membutuhkan proses fermentasi daun dengan cara pemanasan maupun pengeringan. Berdasarkan proses pengolahannya, terdapat empat jenis teh, yaitu teh hitam dengan proses fermentasi seluruhnya, teh oolong dengan proses fermentasi sebagian, teh hijau dan teh putih tanpa proses fermentasi. Perbedaan teh hijau dan teh putih terletak pada bagian daun yang diambil. Pada teh hijau, daun yang diambil merupakan daun pertama hingga daun ketiga, sedangkan pada teh putih, daun yang diambil merupakan pucuk daun yang masih muda dan menggulung atau sering disebut *peko*. Perbedaan daun dan proses pengolahan teh menyebabkan perbedaan komposisi kimia yang terkandung di dalam daun teh. Terdapat berbagai senyawa aktif yang terkandung pada daun teh yang bermanfaat bagi kesehatan, antara lain senyawa polifenol, asam amino, vitamin, dan sebagainya. Daun teh yang mengalami proses fermentasi memiliki senyawa aktif yang lebih rendah jika dibandingkan dengan daun teh yang tidak mengalami proses fermentasi. Oleh karena itu, teh putih memiliki senyawa aktif tertinggi jika dibandingkan dengan jenis teh lainnya dikarenakan jenis daun yang diambil (daun muda atau *peko*) serta tanpa proses fermentasi sehingga teh putih memiliki manfaat tertinggi bagi kesehatan (Yilmaz dan Acar-Tek, 2023).

Kandungan polifenol pada teh putih terdapat dalam bentuk katekin yang meliputi senyawa *epicatechin* (EC), *epigallocatechin* (EGC), *epicatechin-3-gallate* (ECG) dan *epigallocatechin-3-gallate* (EGCG) (Dias *et al.* 2013). Meskipun teh putih tidak memerlukan pemrosesan yang rumit dibanding jenis teh lainnya, namun pengolahan teh putih perlu ketelitian tinggi agar tidak mengalami reaksi oksidasi enzimatis. Hal tersebut yang menyebabkan teh putih cukup jarang ditemukan di pasaran serta harganya yang lebih mahal dibanding jenis teh lainnya. Di Indonesia, pemanfaatan teh putih masih terbilang rendah karena umumnya masyarakat Indonesia lebih mengenal teh hijau atau teh hitam. Kendati demikian, teh putih memiliki potensi tinggi dalam memperbaiki kesehatan yang masih minim diketahui oleh masyarakat awam.

Katekin merupakan senyawa aktif terbesar pada teh, yaitu sekitar 18-36% dari berat kering daun teh. EGCG merupakan jenis katekin yang paling besar dan mencakup sekitar

59% dari total katekin yang berperan terhadap proses biologis pada efek kesehatan karena memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi yang dapat menangkal radikal bebas. Kemampuan katekin dalam menangkal radikal bebas terbukti melalui pengobatan penyakit kardiovaskuler, penyakit paru-paru, dan kanker (Yan *et al.* 2020). Kandungan katekin dan EGCG pada teh putih paling tinggi diantara jenis teh lainnya, yakni kandungan katekin sebesar 13,22% dan kandungan EGCG 8%. Manfaat teh putih bagi kesehatan antara lain yaitu teh putih dapat meningkatkan *total antioxidant capacity* (TAC) dan HDL serta menurunkan trigliserida dan LDL pada individu perokok (Kushargina *et al.* 2015), memiliki efek antiobesitas dan antihiperkolesterolemia pada tikus yang diberi pakan tinggi lemak (Shiyan *et al.* 2017), serta menurunkan VLDL dan kadar kolesterol (Luo *et al.* 2020).

Jahe merupakan salah satu jenis rempah yang berasal dari tanaman *Zingiber officinale* yang sering digunakan dalam pengolahan makanan dan tanaman obat. Senyawa yang terkandung dalam jahe termasuk ke dalam golongan fenolik, antara lain gingerol, shogaol, paradol, zingiberene, dan zingerone serta senyawa lainnya dalam jumlah kecil, yakni vitamin dan mineral (Silva *et al.* 2020). Gingerol merupakan komponen fenolik utama yang terdapat pada jahe dan berperan sebagai senyawa aktif yang memiliki manfaat bagi kesehatan. Gingerol dilaporkan bermanfaat sebagai antioksidan, antimikroba, anti-inflamasi, anti-kanker, serta dapat meningkatkan imunitas tubuh (Anh *et al.* 2020). Gingerol juga bermanfaat dalam penurunan kadar kolesterol dan LDL (Li *et al.* 2018).

High Performance Liquid Chromatography (HPLC) merupakan salah satu metode kuantitatif pemisahan senyawa kimia yang umum digunakan dalam analisis senyawa kimia. Prinsip kerja HPLC adalah pelarut yang diinjeksikan dengan tekanan tinggi yang menyebabkan senyawa kimia terpisah. Hal tersebut dapat mempermudah dalam mendeteksi serta menguantifikasi masing-masing senyawa yang terdapat dalam suatu bahan pangan (Sadapha dan Dhamak, 2022). Metode HPLC sering dipilih dalam analisis senyawa kimia karena mudah, cepat, dan biaya yang relatif lebih ekonomis dibanding metode analisis kuantitatif lainnya. Berdasarkan uraian latar belakang di atas, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan fitokimia berupa katekin, EGCG, asam galat, dan kafein pada kombinasi teh putih dan jahe bubuk dengan metode HPLC.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode analisis eksperimental. Tempat penelitian ini dilaksanakan di laboratorium kimia Universitas Kristen Satya Wacana (UKSW) Salatiga dari bulan Januari 2023 hingga Februari 2023. Bahan yang digunakan meliputi teh putih yang diperoleh dari Pusat Penelitian Teh dan Kina (PPTK) Gambung dan serbuk jahe gajah yang diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Obat dan Rempah (BALITTRO). Teh putih dan serbuk jahe yang diperoleh merupakan produk yang sudah siap digunakan sehingga dapat langsung dilakukan analisis. Terdapat tiga perlakuan perbandingan jahe: teh putih, yaitu P1 (30:70); P2 (50:50); P3 (70:30). Sebelum dianalisis menggunakan HPLC, sampel terlebih dahulu dilakukan ekstraksi untuk mengisolasi senyawa aktif yang terdapat pada teh putih dan jahe. Pada tahapan ekstraksi, sebanyak 1-gram sampel

ditambahkan 25 ml air panas, kemudian ekstraksi dilakukan selama 15 menit menggunakan ultrasonikator dengan suhu 40°C. Lalu, ekstrak tersebut disaring dengan filtrat yang ditampung dan residu diekstrak kembali hingga tiga kali pengulangan, kemudian filtrat digabung menjadi satu dalam labu ukur 100 ml. Kemudian, filtrat ditambah dengan air hingga garis batas. Larutan tersebut disaring kembali dengan membrane filter whatman 0,45µm sebelum diinjeksikan ke HPLC. Analisis HPLC dilakukan dengan instrument HPLC Knauer, GMBH Jerman. Kolom yang digunakan adalah Eurosphere C-18 (250 x 4,6 mm, 5µm) dengan fase geraknya menggunakan asam fosfat 0,1%: Air: Asetonitril: Metanol dengan rasio 14:7:3:1 dengan pH 4 dan temperatur kolom 30°C. Kecepatan alir yang digunakan adalah 1,2 ml/menit dengan volume injeksi 20 µl serta panjang gelombang 280 nm untuk pendeteksian senyawa yang terdapat dalam sampel. Analisis HPLC terhadap kadar katekin, EGCG, asam galat, dan kafein dilakukan pengulangan sebanyak dua kali pada masing-masing perlakuan. Hasil kadar katekin, EGCG, asam galat, dan kafein yang diperoleh dianalisis secara statistic menggunakan metode *one-way ANOVA*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Terdapat empat senyawa yang menjadi fokus pada penelitian ini, yakni kandungan katekin, *epigallocatechin-3-gallate* (EGCG), asam galat, dan kafein yang terdapat pada kombinasi teh putih dan jahe bubuk. Tabel 1 merupakan hasil rata-rata kadar katekin, EGCG, asam galat, dan kafein pada kombinasi campuran teh putih dan jahe yang dianalisis menggunakan metode HPLC sebanyak dua kali pengulangan. Pada Tabel 1, dapat dilihat rata-rata kadar katekin pada ketiga perlakuan berbeda signifikan ($p < 0,05$) dengan kadar katekin tertinggi terdapat pada perlakuan P3, yakni sebesar $0,645 \pm 0,060\%$, diikuti dengan kadar katekin kedua tertinggi pada perlakuan P2 sebesar $0,478 \pm 0,047\%$, dan kadar katekin terendah pada perlakuan P1 sebesar $0,390 \pm 0,001\%$.

Rata-rata kadar EGCG pada ketiga perlakuan berbeda signifikan ($p < 0,05$) dengan kadar EGCG tertinggi terdapat pada perlakuan P3, yakni sebesar $2,140 \pm 0,195\%$, kemudian diikuti perlakuan P2 sebesar $0,541 \pm 0,069\%$ dan kadar EGCG terendah pada perlakuan P1 sebesar $0,199 \pm 0,006\%$. Pada analisis HPLC dengan sampel campuran teh putih dan jahe juga terdeteksi puncak asam galat dengan rata-rata kadar asam galat yang tidak berbeda signifikan ($p > 0,05$) dengan kadar asam galat tertinggi terdapat pada perlakuan P3, yakni sebesar $0,164 \pm 0,049\%$ kemudian diikuti oleh perlakuan P2 sebesar $0,092 \pm 0,011\%$ dan perlakuan P1 sebesar $0,103 \pm 0,013\%$. Rata-rata kadar kafein pada ketiga sampel berbeda signifikan ($p < 0,05$) dengan kadar kafein tertinggi terdapat pada perlakuan P3, yakni sebesar $1,861 \pm 0,122\%$ yang diikuti oleh perlakuan P2 yakni $1,523 \pm 0,059\%$ serta perlakuan P1 sebesar $1,409 \pm 0,089\%$.

Tabel 1. Kadar fitokimia kombinasi teh putih dan jahe

Sampel (teh putih: jahe)	Rata-rata kadar senyawa fitokimia			
	Katekin % (b/b)	EGCG % (b/b)	Asam galat % (b/b)	Kafein % (b/b)
P1 (30:70)	$0,390 \pm 0,001$	$0,199 \pm 0,006$	$0,103 \pm 0,013$	$1,409 \pm 0,089$

P2 (50:50)	0,478 ± 0,047	0,541 ± 0,069	0,092 ± 0,011	1,523 ± 0,059
P3 (70:30)	0,645 ± 0,060	2,140 ± 0,195	0,164 ± 0,049	1,861 ± 0,122
<i>p</i> ^a	0,023*	0,001*	0,170	0,035*

Ket:

^ahasil *one-way ANOVA* dari ketiga sampel pada rata-rata kadar senyawa katekin, EGCG, asam galat, dan kafein

*beda signifikan ($p < 0,05$) antara rata-rata kadar senyawa katekin, EGCG, asam galat, dan kafein

PEMBAHASAN

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan perlakuan terbaik melalui metode analisis HPLC dalam pengembangan produk kombinasi teh putih dan jahe. Pada daun teh, dilaporkan terdapat sekitar 4000 senyawa aktif yang umumnya terdapat dalam bentuk polifenol. Selain polifenol, terdapat senyawa lain yang terkandung dalam teh, antara lain senyawa alkaloid (kafein), asam amino, klorofil, senyawa volatil, vitamin, mineral, serta karbohidrat (Atalay dan Erge, 2017). Komponen polifenol yang paling banyak terkandung dalam teh putih tergolong dalam bentuk senyawa katekin yang meliputi EGCG, EGC, ECG, EC dengan senyawa EGCG mencapai 60% dari total katekin (Yilmaz dan Acar-Tek, 2023).

EGCG memiliki potensi tinggi dalam terapi kesehatan dikarenakan aktivitas antioksidan yang tinggi serta berpotensi sebagai anti-mutagenik yang dapat berpotensi sebagai anti kanker. Selain kemampuan antioksidan dari EGCG, teh putih juga memiliki senyawa volatil dan asam amino yang berperan dalam pembentukan aroma dan rasa. L-teanin merupakan senyawa derivat asam amino yang berperan dalam pembentukan rasa umami dan aroma dari teh putih (Pastoriza *et al.* 2017; Yilmaz dan Acar-Tek, 2023). Asam galat juga merupakan salah satu komponen polifenol dalam teh putih yang dapat bermanfaat sebagai anti kanker (Fernando dan Soysa, 2015). Selain itu, kafein juga dapat berperan dalam meningkatkan lipolisis yang dapat memecahkan trigliserida sehingga dapat meningkatkan pembentukan energi dalam tubuh (Pesta *et al.* 2013).

Metode yang umum digunakan dalam mengidentifikasi komponen biokimia yang terdapat dalam bahan pangan adalah *High Performance Liquid Chromatography* (HPLC). HPLC merupakan metode pemisahan, identifikasi, dan kuantifikasi senyawa kimia yang terdapat dalam suatu campuran. Selain itu, metode HPLC juga dapat digunakan untuk mengetahui pemalsuan produk pangan (Fernando dan Soysa, 2016). Prinsip kinerja HPLC adalah pemisahan senyawa berdasarkan struktur kimia melalui fase gerak dan fase diam. Adanya interaksi spesifik antarmolekul sampel dan analit menghasilkan perbedaan waktu di kolom (fase diam) yang kemudian ditangkap oleh detektor. Hasil kromatogram yang diperoleh terdiri dari puncak-puncak yang menandakan masing-masing senyawa serta waktu retensi (*retention time*) senyawa tersebut dari sejak diinjeksikan hingga keluar kolom. Dengan demikian, senyawa dalam bahan pangan dapat diidentifikasi jenis dan jumlahnya (Gupta *et al.* 2022).

Hasil yang diperoleh melalui metode HPLC pada pengukuran kadar katekin pada ketiga campuran teh putih dan jahe bubuk menunjukkan perbedaan yang signifikan serta rata-rata kadar katekin berbanding lurus terhadap peningkatan rasio teh putih dalam

campuran teh putih dan jahe. Hal ini sejalan dengan penelitian Makanjuola *et al.* (2015) yang menunjukkan bahwa senyawa polifenol meningkat seiring dengan peningkatan komposisi teh dalam campuran teh-jahe. Pada campuran teh-jahe, teh merupakan penyumbang senyawa polifenol yang lebih banyak dan beragam jika dibandingkan dengan jahe dan merupakan senyawa antioksidan kuat. Senyawa polifenol pada jahe antara lain gingerol, shogaol, paradol, zingiberene, dan zingerone. Pada penelitian tersebut dijelaskan bahwa kandungan polifenol dan flavonoid tertinggi terdapat pada campuran teh-jahe dengan rasio 2:1.

Pada pengukuran kadar EGCG pada ketiga campuran teh putih dan jahe bubuk menunjukkan perbedaan yang signifikan serta rata-rata kadar EGCG berbanding lurus terhadap peningkatan rasio teh putih dalam campuran teh putih dan jahe. Teh putih berperan dalam menyumbangkan EGCG pada campuran teh putih dan jahe bubuk karena EGCG merupakan salah satu senyawa katekin dan merupakan penyumbang 60% dari total katekin. Dengan demikian, peningkatan kadar EGCG disebabkan oleh peningkatan kadar katekin yang terdapat dalam campuran teh putih dan jahe. Hal tersebut juga sejalan dengan penelitian Makanjuola *et al.* (2015) yang menunjukkan bahwa peningkatan senyawa polifenol seiring dengan peningkatan proporsi teh dalam campuran teh-jahe. Tingginya kadar EGCG pada perlakuan P3 mengindikasikan bahwa rasio teh putih: jahe 70:30 memiliki potensi tinggi dalam terapi kesehatan. EGCG dilaporkan memiliki berbagai manfaat kesehatan sebagai anti kanker pada kanker paru-paru, payudara, serta kolon (Farabegoli *et al.* 2017; Minnelli *et al.* 2021; Zhu *et al.* 2020). EGCG juga dapat meningkatkan *cyclic adenosine monophosphate* (cAMP) sehingga berfungsi sebagai vasodilator dan pencegahan terhadap penyakit kardiovaskular (Eng *et al.* 2018; Yamagata, 2019; Yamagata, 2020). EGCG juga dapat meningkatkan metabolisme lipid sehingga dapat digunakan sebagai anti kolesterol (Zhou *et al.* 2014).

Dalam pengukuran asam galat pada ketiga campuran teh putih dan jahe bubuk menunjukkan bahwa ketiga sampel tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Kadar asam galat tertinggi terdapat pada perlakuan P3, yakni dengan rasio teh putih: jahe 70:30 dengan kadar asam galat terendah terdapat pada perlakuan P1 dengan rasio teh putih:jahe 30:70. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Martini *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa teh putih yang dicampur dengan bahan pangan lainnya (pada penelitian tersebut, teh putih dicampur dengan daun kelor) akan menurunkan kadar asam galat. Asam galat yang terdapat pada teh putih dapat bermanfaat sebagai anti inflamasi, antioksidan, serta dapat mencegah dari penyakit gastrointestinal dan kardiovaskular (Kahkeshani *et al.* 2019).

Pengukuran kadar kafein pada ketiga campuran teh putih dan jahe bubuk menunjukkan bahwa ketiga sampel menunjukkan perbedaan yang signifikan dengan kadar kafein tertinggi terdapat pada perlakuan P3 dengan rasio teh putih: jahe 70:30 dan kadar kafein terendah terdapat pada perlakuan P1 dengan rasio teh putih: jahe 30:70. Pada campuran teh putih dan jahe, teh putih merupakan penyumbang kafein dikarenakan pada teh putih memiliki senyawa alkaloid berupa kafein dan tannin. Hal ini sesuai dengan penelitian Kumari dan Kumar (2022) yang menyatakan bahwa teh herbal atau teh yang

telah dicampur dengan bahan pangan lain berupa buah-buahan maupun rempah memiliki kadar kafein yang lebih rendah dibandingkan dengan teh murni, baik pada teh hijau maupun teh hitam. Melalui meta-analisis yang dilakukan oleh Abalo (2021) menyatakan bahwa peranan kafein dalam kesehatan antara lain dapat menurunkan risiko terkena penyakit Parkinson dan menjaga kesehatan neurokognitif, menurunkan risiko terkena penyakit stroke dan kardiovaskular melalui peningkatan lipolisis yang dapat menurunkan kadar trigliserida maupun kolesterol tubuh.

KESIMPULAN

Pada pengukuran fitokimia dengan metode HPLC pada kombinasi teh putih dan jahe, terdeteksi adanya senyawa katekin, EGCG, asam galat, dan kafein. Terdapat perbedaan signifikan dari ketiga perlakuan kombinasi teh putih dan jahe pada pengukuran kadar katekin, EGCG, dan kafein, dan tidak terdapat perbedaan signifikan pada pengukuran kadar asam galat. Perlakuan P3, memiliki kadar katekin, EGCG, asam galat, dan kafein tertinggi dengan kadar masing-masing senyawa tersebut secara berurutan sebesar $0,645 \pm 0,060\%$, $2,140 \pm 0,195\%$, $0,164 \pm 0,049\%$, $1,861 \pm 0,122\%$. Oleh karena itu, perlakuan P3, yakni dengan rasio teh putih: jahe 70:30 merupakan perlakuan terpilih dalam pengembangan produk teh putih dan jahe karena memiliki kadar katekin, EGCG, asam galat, dan kafein tertinggi sehingga memiliki potensi sebagai terapi kesehatan. Perlu dilakukan penelitian lanjut terhadap efek teh putih dan jahe terhadap kesehatan secara *in vivo* maupun *in vitro*.

DAFTAR PUSTAKA

- Abalo, R. 2021. Coffee and caffeine consumption for human health. *Nutrients*, 13(9): 1-5. doi: 10.3390/nu13092918
- Anh NH, Kim SJ, Long NP, Min JE, Yoon YC, Lee EG, Kim M, Kim TJ, Yang YY, Son EY, Yoon SJ, Diem NC, Kim HM, Kwon SW. 2020. Ginger on human health: a comprehensive systematic review of 109 randomized controlled trials. *Nutrients*, 12(1): 157-186. doi: 10.3390/nu12010157
- Atalay, D., Erge, H. S. 2017. Determination of some physical and chemical properties of white, green and black teas (*Camellia sinensis*). *Gida The Journal of Food*, 42(5): 494–504. doi: 10.15237/gida.GD17024
- Dias TR, Tomás G, Teixeira NF, Alves MG, Oliveira PF, dan Silva BM. 2013. White tea (*Camellia sinensis* (L.)): antioxidant properties and beneficial health effects. *International Journal of Food Science and Nutritional Diet*, 2(2): 19-26. <http://dx.doi.org/10.19070/2326-3350-130005>
- Eng, Q. Y., Thanikachalam, P. V., Ramamurthy, S. 2018. Molecular understanding of epigallocatechin gallate (EGCG) in cardiovascular and metabolic disease. *Journal Ethnopharmacology*, 210: 296-310. doi:10.1016/j.jep.2017.08.035
- Farabegoli, F., Govoni, M., Spisni, E., Papi, A. 2017. EGFR inhibition by (-)-epigallocatechin-3-gallate and IIF treatments reduces breast cancer cell invasion. *Bioscience Reports*, 37(3): 1-13. DOI: 10.1042/BSR20170168
- Fernando, C. D., Soysa, P. 2015. Extraction kinetics of phytochemicals and antioxidant activity during black tea (*Camellia sinensis* L.) brewing. *Nutrition Journal*, 14 (74): 1-7. <https://doi.org/10.1186/s12937-015-0060-x>

- Fernando, C. D., Soysa, P. 2016. Simple isocratic method for simultaneous determination of caffeine and catechins in tea products by HPLC. *Springer Plus*, 5(1): 1-5. DOI 10.1186/s40064-016-2672-9
- Gupta, M. K., Ghuge, A., Parab, M., Al-Refaei, Y., Khandare, A., Dand, N., Waghmare, N. 2022. A comparative review on high-performance liquid chromatography (HPLC), ultra performance liquid chromatography (UPLC) & high-performance thin layer chromatography (HPTLC) with current updates. *Current Issues in Pharmacy and Medical Sciences*, 35(4): 224-228. DOI: <https://doi.org/10.2478/cipms-2022-0039>
- Kahkeshani, N., Farzaei, F., Fotouhi, M., Alavi, S. S., Bhramsoltani, R., Naseri, R., Momtaz, S., Abbasabadi, Z., Rahimi, R., Farzaei, M. H., Bishayee, A. 2019. Pharmacological effects of gallic acid in health and diseases: A mechanistic review. *Iranian Journal of Basic Medical Sciences*, 22(3): 225-237. doi: 10.22038/ijbms.2019.32806.7897
- Kumari, A., Kumar, D. 2022. Evaluation of antioxidant and cytotoxic activity of herbal teas from Western Himalayan region: a comparison with green tea (*Camellia sinensis*) and black tea. *Chemical and Biological Technologies in Agriculture*, 9(33): 1-20. <https://doi.org/10.1186/s40538-022-00294-3>
- Kushargina R, Rimbawan R, Setiawan B. 2015. The effect of white tea on the increment of smokers' oxidative status. *International Journal on Advanced 36 Science, Engineering and Information Technology*, 5(3): 155-157. doi: 10.18517/ijaseit.5.3.510.
- Li X, Guo J, Liang N, Jiang X, Song Y, Ou S, Hu Y, Jiao R, Bai W. 2018. 6-gingerol regulates hepatic cholesterol metabolism by up-regulation of LDLR and cholesterol efflux-related genes in HepG2 cells. *Frontiers in Pharmacology*, 9(159): 1-9. doi: 10.3389/fphar.2018.00159
- Luo, K., Ma, C., Xing, S., An, Y., Feng, J., Dang, H., Huang, W., Qiao, L., Cheng, J., Xie, L. 2020. White tea and its active polyphenols lower cholesterol through reduction of very-low-density lipoprotein production and induction of LDLR expression. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, 127: 1-9. doi: 10.1016/j.biopha.2020.110146
- Makanjuola, S. A., Enujiugha, V. N., Omoba, O. S., Sanni, D. M. 2015. Combination of antioxidants from different sources could offer synergistic benefits: A case study of tea and ginger blend. 2015. *Natural Product Communications*, 10(11): 1829-1832. Doi: 10.1177/1934578x1501001110
- Martini, R., Rahma, A., Kusharto, C. M., Riyadi, H., Sumantri, C., Rohdiana, D. 2019. The potential of white tea (*Camellia sinensis*) and kelor (*Moringa oleifera*) in improving lipid profile and histopathological features of pancreas in streptozotocin-induced rats. *Jurnal Gizi dan Pangan*, 14(1): 23-30. DOI: 10.25182/jgp.2019.14.1.23-30
- Minnelli, C., Ciangfruglia, L., Laudadio, E., Mobbili, G., Galeazzi, R., Armeni, T. 2021. Effect of epigallocatechin-3-gallate on EGFR signaling and migration in non-small cell lung cancer. *International Journal of Molecular Science*, 22(21): 1-14. doi: 10.3390/ijms222111833.
- Pastoriza, S., Mesías, M., Cabrera, C., Rufián-Henares, J. A. 2017. Healthy properties of green and white teas: An update. *Food & Function*, 8(8), 2650–2662. <https://doi.org/10.1039/c7fo00611j>

- Pesta, D.H., Angadi, S. S., Burtscher, M., Roberts, C. K. 2013. The effects of caffeine, nicotine, ethanol, and tetrahydrocannabinol on exercise performance. *Nutrition & Metabolism*, 10(7): 1-15. <https://doi.org/10.1186/1743-7075-10-71>
- Sadapha, P., Dhamak, K. 2022. Review article on high-performance liquid chromatography (HPLC) method development and validation. *International Journal of Pharmaceutical Sciences Review and Research*, 3: 23-29. DOI link: <http://dx.doi.org/10.47583/ijpsrr.2022.v74i02.003>
- Shiyan S, Herlina, Bella M, Amriani A. 2017. Antiobesity and antihypercholesterolemic effects of white tea (*Camellia sinensis*) infusion on high-fat diet induced obese rats. *Pharmaciana*, 7(2): 278-288. DOI: 10.12928/pharmaciana.v7i2.6622
- Silva WCL, Conti R, Almeida LC, Morais PAB, Borges KB, Junior VL, Costa-Lotufo LV, Borges WS. 2020. Novel [6]-gingerol triazole derivatives and their antiproliferative potential against tumor cells. *Current Topics in Medical Chemistri*, 20(2): 161-169. DOI: 10.2174/1568026620666191227125507
- Yamagata, K. 2019. Polyphenols regulate endothelial functions and reduce the risk of cardiovascular disease. *Current Pharmaceutical Design*, 25(22): 2443-2458. <https://doi.org/10.2174/1381612825666190722100504>
- Yamagata, K. 2020. Protective effect of epigallocatechin gallate on endothelial disorders in atherosclerosis. *Journal of Cardiovascular Pharmacology*, 75(4): 292-298. doi: 10.1097/FJC.0000000000000792
- Yan Z, Zhong Y, Duan Y, Chen Q, Li F. 2020. Antioxidant mechanism of tea polyphenols and its impact on health benefits. *Animal Nutrition*, 6(2): 115-123. doi: 10.1016/j.aninu.2020.01.001
- Yilmaz, B., Acar-Tek, N. 2023. White tea: Its history, composition, and potential effects on body weight management. *eFood*, 4(3): 1-11. <https://doi.org/10.1002/efd2.89>
- Zhou, J., Farah, B. L., Sinham R. A., Wu, Y., Singh, B. K., Bay, B. H., Yang, C. S., Yen, P. M. Epigallocatechin-3-gallate (EGCG), a green tea polyphenol, stimulates hepatic autophagy and lipid clearance. *PLoS ONE*, 9(1): 1-10. doi: 10.1371/journal.pone.0087161
- Zhu, W., Li, M. C., Wang, F. R., Mackenzie, G. G., Oteiza, P. I. 2020. The inhibitory effect of ECG and EGCG dimeric procyanidins on colorectal cancer cells growth is associated with their actions at lipid rafts and the inhibition of the epidermal growth factor receptor signaling. *Biochemical Pharmacology*, 175: 1-17. doi:10.1016/j.bcp.2020.113923



© 2023 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY SA) license (<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)