

## SKRINING FITOKIMIA ENAM GENOTIPE TEH

### PHYTOCHEMICAL SCREENING OF SIX TEA GENOTYPES

\* Budi Martono dan Rudi T. Setiyono

**Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar**  
Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia  
\* [budimartono@hotmail.com](mailto:budimartono@hotmail.com)

(Tanggal diterima: 24 Januari 2014, direvisi: 18 Februari 2014, disetujui terbit: 22 Mei 2014)

#### ABSTRAK

Skrining fitokimia dimaksudkan untuk melakukan evaluasi pendahuluan tentang kandungan kimia pada teh (*Camellia sinensis*). Selain itu, teh mengandung katekin yang dapat digunakan sebagai petunjuk kualitas dari daun teh. Penelitian bertujuan mengetahui kandungan senyawa aktif dan kadar katekin pada teh. Penelitian dilaksanakan mulai bulan April sampai dengan Juni 2012 di laboratorium Pengujian Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat, Bogor. Skrining fitokimia pucuk peko dengan dua daun (p+2) dilakukan berdasarkan prosedur dari *Materia Medika Indonesia* (MMI), sedangkan analisis katekin dengan menggunakan metode SNI gambir. Penelitian disusun berdasarkan rancangan acak lengkap (RAL), enam perlakuan dengan empat ulangan. Perlakuan yang digunakan adalah enam genotipe teh (Tbs 1, Tbs 2, Hibrid, Cin 143, Rb 3, dan Kiara 8). Hasil penelitian menunjukkan keenam genotipe yang diuji mengandung senyawa alkaloid, saponin, tanin, fenolik, flavanoid, steroid, dan glikosida. Genotipe Tbs 1, Hibrid, dan Kiara 8 positif mengandung senyawa triterpenoid, sedangkan Tbs 2, Rb 3, dan Cin 143 negatif. Genotipe Tbs 1 dan Tbs 2 memiliki kandungan katekin paling tinggi (kecuali bagian ruas+tangkai daun) dibandingkan dengan empat genotipe lainnya. Pucuk peko, daun pertama, dan daun kedua pada genotipe Tbs 1 memiliki kadar katekin masing-masing 17,92%, 11,73%, dan 14,67%, sedangkan pada genotipe Tbs 2 masing-masing 18,22%, 13,48%, dan 15,81%. Kadar katekin terendah dihasilkan oleh bagian ruas+tangkai daun pada genotipe Rb 3 (1,78%). Pucuk peko menghasilkan kandungan katekin bervariasi antara 8,36%-18,22%, lebih tinggi dibandingkan dengan daun pertama, daun kedua, dan bagian ruas + tangkai daun.

**Kata kunci:** *Camellia sinensis*, fitokimia, genotipe, katekin, pucuk peko

#### ABSTRACT

*Phytochemical screening was intended for a preliminary evaluation of the chemical constituents of the tea (Camellia sinensis). In addition, tea also contains catechin that can be used as an indication of the quality of tea leaves. The objectives of this study were to determine the content of the active compounds and catechin in tea. The research was conducted from April to June 2012 in the Laboratory of the Research Institute for Spices and Medicinal Crops, Bogor. The phytochemical screening was performed based on the procedure of Materia Medika Indonesia (MMI), while the catechin analysis used the method of SNI gambir. The study was carried out in completely randomized design with six treatments and four replications. The treatments used are six tea genotypes namely Tbs 1, Tbs 2, Hibrid, Cin 143, Rb 3, and Kiara 8. The results showed that the six tea genotypes tested contained the compounds of alkaloid, saponin, tannin, phenolic, flavanoid, steroid, and glycoside. Positively triterpenoid compounds present in the genotype of Tbs1, Hybrids, and Kiara 8, and negative in Tbs 2, Rb 3, and Cin 143. The genotypes of Tbs 1 and Tbs 2 produced the highest catechin content compared to the other genotypes. Catechin content was lowest in the part of internodes+leaf stalk of Rb 3 (1.78%). Pecco shoots produce catechin content of about 8.36%-18.22%, higher than the first leaf, second leaf, and the parts of internodes+leaf stalk.*

**Keywords:** *Camellia sinensis*, phytochemical, genotype, catechin, pecco shoots

#### PENDAHULUAN

Teh (*Camellia sinensis* (L.) O. Kunze.) merupakan salah satu jenis tanaman dari keluarga Theaceae yang diyakini mempunyai manfaat kesehatan. Khasiat yang dimiliki oleh komponen kimia dalam teh adalah sebagai anti-inflamasi, anti oksidasi, anti alergi, dan anti obesitas (Fujimura, Tachibana, & Yamada,

2004; Khan & Mukhtar, 2007). Beberapa penelitian menunjukkan bahwa senyawa aktif yang terdapat pada teh juga dapat mencegah berbagai penyakit, seperti mengurangi kadar kolesterol dan mencegah penyakit jantung (Rathee, Hassarajani, & Chattopadhyay, 2012), berpotensi sebagai antioksidan (Jang *et al.*, 2007; Izzreen & Fadzelly, 2013), dan dapat menjadi salah satu

alternatif dalam menangani penyakit infeksi bakteri (Tariq & Reyaz, 2012).

Teh, seperti halnya jenis tanaman yang lain, mengandung beberapa senyawa metabolit sekunder. Meskipun demikian, setiap tanaman memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder yang berbeda. Achmad (2006) menyatakan bahwa kandungan senyawa kimia aktif yang terdapat pada tanaman adalah alkaloid, flavonoid, terpenoid, steroid, tanin, dan saponin. Kandungan kimia daun teh sangat bervariasi tergantung pada jenis klon, musim dan kondisi tanah, perlakuan kultur teknis, umur daun, dan banyaknya sinar matahari yang diterima (Pusat Penelitian Teh dan Kina [PPTK], 2008). Kandungan senyawa tersebut penting diketahui untuk memperkirakan khasiatnya dan menentukan metode ekstraksi dalam mengisolasi zat aktif yang ada di dalam tanaman.

Flavanoid teh merupakan senyawa polifenol dengan katekol sebagai penyusun utamanya dan biasa disebut katekin. Katekin disintesa melalui lintasan *phenyl-propanoid* dan flavanoid. *Chalcone synthase* (CHS) diduga merupakan enzim kunci yang terlibat dalam biosintesa katekin pada daun teh (Singh, Rastogi, & Dwivedi, 2010). Katekin teh bersifat antimikroba (bakteri dan virus), antioksidan, antiradiasi, memperkuat pembuluh darah, melancarkan sekresi air seni, dan menghambat pertumbuhan sel kanker (Tariq & Reyaz, 2012; Aigbodion & Marcell, 2013). Selain bermanfaat untuk kesehatan, katekin juga memberikan kontribusi yang tidak sedikit terhadap *flavor* dan karakteristik rasa dalam seduhan teh (Singh, Ravindranath, & Singh, 1999; Wang & Helliwell, 2001; Xiong *et al.*, 2013).

Jumlah dan keragaman kandungan katekin teh sangat dipengaruhi oleh jenis klon (Cheruiyot, 2007). Konsentrasi katekin pada teh sangat tergantung pada umur daun, seperti yang dilaporkan oleh Yang *et al.* (2012) bahwa katekin pada teh terdapat pada daun yang muda. Kandungan katekin tertinggi dilaporkan pada hasil pemetikan halus pada pucuk peko dengan dua daun (p+2) (Singh *et al.*, 1999). Sebaliknya, kandungan *beta-caroten* dan lutein pada teh paling tinggi terdapat pada daun tua dibandingkan daun muda dan tangkai daun (Xin-Chao, Chen, Chun-Lei, Ming-Zhe, & Ya-Jun, 2010).

Untuk mendapatkan informasi tentang kandungan kimia dan kadar katekin pada teh maka perlu dilakukan skrining fitokimia dan kandungan katekin pada beberapa genotipe teh. Dengan mengetahui genotipe teh yang memiliki katekin tinggi diharapkan dapat diperoleh teh dengan kualitas yang tinggi dan dapat digunakan sebagai pohon induk dalam program pemuliaan.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan mulai bulan April sampai dengan Juni 2012 di Laboratorium Pengujian Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat (Balitro). Penelitian dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama, melakukan skrining fitokimia terhadap pucuk peko dengan dua daun (p + 2). Petikan medium p+2 tersebut dilakukan pada teh sinensis (Tbs 1, Tbs 2, dan Hibrid) dan teh berdaun sedang/Hibrida (Cin 143, Rb 3 dan Kiara 8). Sampel peko dengan dua daun diambil dari perkebunan teh Tambi Wonosobo pada ketinggian tempat 1.800 m di atas permukaan laut, jenis tanah Regosol, dan iklim B (basah) (menurut klasifikasi Schmidt & Ferguson, 1951). Skrining fitokimia meliputi evaluasi kandungan alkaloid, saponin, tanin, fenolik, flavanoid, triterpenoid, steroid, dan glikosida. Skrining fitokimia dilakukan berdasarkan prosedur dari MMI (Depkes, 1995). Kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat dalam sampel daun (p+2) dinyatakan dengan nilai positif (terdapat senyawa) dan negatif (tidak terdapat senyawa).

Tahap kedua, melakukan analisis kandungan total katekin pada bagian pucuk peko, daun pertama, daun kedua, ruas beserta tangkai daun. Analisis total katekin dilakukan dengan menggunakan metode Standar Nasional Indonesia untuk tanaman Gambir (Badan Standarisasi Nasional [BSN], 2000). Analisis data mengikuti pola Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan, diulang 4 kali. Perlakuan terdiri dari enam genotipe teh yaitu Tbs 1, Tbs 2, Hibrid, Rb 3, Kiara 8, dan Cin 143. Pengolahan data dilakukan menggunakan program *Statistical Analysis System 9.1* (SAS) dengan uji Anova (*Analysis of Varians*) dan uji lanjut *Duncan Multiple Rank Test* (DMRT).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Skrining Fitokimia

Hasil skrining menunjukkan enam genotipe teh yang diuji positif mengandung alkaloid, saponin, tanin, fenolik, flavanoid, steroid, dan glikosida. Senyawa triterpenoid hanya terdapat pada genotipe Tbs 1, Hibrid dan Kiara 8 (Tabel 1). Senyawa-senyawa tersebut merupakan hasil dari metabolit sekunder dan beberapa diantaranya, seperti alkaloid, flavanoid, steroid, dan terpenoid, bermanfaat dalam pengembangan obat.

Teh termasuk tumbuhan tingkat tinggi, pada tumbuhan tingkat tinggi cenderung mengandung alkaloid dalam jumlah banyak dibandingkan dengan tumbuhan tingkat rendah (Robinson, 1995). Popularitas teh sebagian besar disebabkan kandungan alkaloid di dalamnya. Sifat penyegar teh berasal dari bahan tersebut

yang menyusun 3%-4% berat kering. Alkaloid utama dalam daun teh adalah kafein, selain theobromin dan theofilin (PPTK, 2008).

Saponin pada teh memiliki aktivitas biologis, diantaranya bersifat hemolisis, toksik terhadap ikan, anti inflamasi, analgesik, antibakteri, insektisida, penghambatan penyerapan alkohol, dan lain-lain (Yizhong & Hongrong, 1990; Minjie, 1995). Robinson (1995) menyatakan bahwa saponin tertentu dapat digunakan sebagai bahan baku untuk sintesis hormon steroid. Selain itu, saponin juga berfungsi sebagai antimikroba.

Tanin merupakan turunan dari asam galat, sebagian besar turunan galat disebut tanin karena bersifat dapat menyamak kulit. Tanin mempunyai daya antibakteri dengan cara mempresipitasi protein karena diduga tanin mempunyai efek yang sama dengan senyawa fenolik. Efek antibakteri tanin, di antaranya melalui reaksi dengan membran sel, inaktivasi enzim, dan destruksi atau inaktivasi fungsi materi genetik (Masduki, 1996). Selain itu, tanin diduga dapat mengerutkan dinding sel atau membran sel sehingga mengganggu permeabilitas sel sehingga tidak dapat melakukan aktivitas hidup dan pertumbuhannya terhambat atau bahkan mati (Ajjiah, 2004).

Daun teh mengandung banyak senyawa tanin yang berpengaruh terhadap sifat 'astringency' dan rasa pahit/sepet. Sebagian besar tanin di dalam daun teh terdiri atas katekin seperti epicatechin (EC), epigallocatechin (EGC), apicatechin gallate (ECG), dan epigallocatechin gallate (EGCG), (Takeda, 1994). Epicatechin (EC) dan epigallocatechin (EGC) memunculkan *flavor* sedikit sepet (pahit) dengan sedikit manis setelah minum, sedang bentuk gallate-nya (ECG dan EGCG) memunculkan *flavor* sepet yang kuat dengan sifat 'astringency' (Yamanishi, 1999).

Genotipe dengan kandungan tanin tinggi sangat diperlukan dalam pemuliaan teh. Varietas teh dengan kandungan tanin tinggi banyak ditemukan pada *C. sinensis* var. *assamica* yang umumnya ditanam di India. Di

lain pihak, varietas dari Jepang yang umumnya merupakan hibrid antara *C. sinensis* var. *assamica* dengan *C. sinensis* var. *sinensis* menunjukkan kandungan taninnya rendah (Takeda, 1994).

Flavanoid umumnya ditemukan pada tanaman yang mengandung zat warna. Senyawa flavanoid berfungsi sebagai antioksidan yang dapat menghambat kerja radikal bebas (Wang & Helliwell, 2001). Radikal bebas sebagai hasil samping dari proses metabolisme merupakan penyebab kerusakan kulit. Bahan ini berupa molekul atau atom yang tidak stabil karena mempunyai susunan elektron yang tidak normal. Keberadaan radikal bebas dapat mempengaruhi produksi enzim yang berfungsi mempertahankan fungsi sel, antara lain menyebabkan kerusakan kolagen dan elastin sehingga kulit menjadi kendur dan tidak elastis. Menurut Dixon (1999), flavanoid disintesis dari *phenil propanoid* dan asetat yang berasal dari prekursor. Flavanoid mempunyai peranan penting dalam pertumbuhan, perkembangan, dan pertahanan terhadap mikroorganisme dan hama.

Flavanoid teh merupakan senyawa polifenol dengan katekol sebagai penyusun utamanya dan biasa disebut katekin. Senyawa flavanoid yang terkandung dalam teh mempunyai berat molekul dan gugus fungsional (-OH) yang berbeda. Flavanoid teh memiliki aktivitas antioksidan sehingga mampu mereduksi hidrogen peroksida, superoksida dan radikal bebas. Kerangka dasar karbon flavanoid dihasilkan dari kombinasi 2 jalur biosintesis, yaitu jalur sikimat dan jalur asetat malonat (Manitto, 1981; Vickery & Vickery, 1981). Flavanoid teh memberikan karakteristik rasa pada seduhan teh. Munculnya rasa sepet (*astringency*) dan kepekatan rasa (*body*) pada seduhan teh berhubungan dengan kadar flavanoid yang terkandung pada teh. Flavanoid juga memberi warna kuning kecokelatan pada seduhan dan akan berubah menjadi cokelat gelap bila terjadi reaksi oksidasi yang lebih lanjut (Winardi, 2010).

Tabel 1. Senyawa kimia yang terkandung pada 6 genotipe teh  
 Table 1. Chemical compounds contained on six genotypes of tea

No.	Klon	Metabolit sekunder							
		Alkaloid	Saponin	Tanin	Fenolik	Flavanoid	Triterpenoid	Steroid	Glikosida
1.	Tbs 1	+	+	+	+	+	+	+	+
2.	Tbs 2	+	+	+	+	+	-	+	+
3.	Hibrid	+	+	+	+	+	+	+	+
4.	Rb 3	+	+	+	+	+	-	+	+
5.	Kiara 8	+	+	+	+	+	+	+	+
6.	Cin 143	+	+	+	+	+	-	+	+

Keterangan: Negatif (-), positif (+)  
 Notes : Negative (-), positive (+)

Triterpenoid merupakan senyawa terpenoid yang kerangka karbonnya berasal dari enam satuan isoprena dan secara biosintesis diturunkan dari hidrokarbon C<sub>30</sub> asiklik. Seluruh senyawa terpenoid yang ada di alam dibangun dari kondensasi unit isoprena aktif yang disebut isopentenil pirofosfat (IPP) dan dimetilalil pirofosfat (DMAPP) (Agusta, 2006). Senyawa golongan triterpenoid menunjukkan aktivitas farmakologi yang signifikan, seperti antiviral, antibakteri, antiinflamasi, sebagai inhibisi terhadap sintesis kolesterol dan sebagai antikanker (Nassar, Abdalrahim, & Amin, 2010). Uji triterpenoid terhadap genotipe Tbs 2, Rb 3, dan Cin 143 memberikan hasil negatif karena tidak ditemukan adanya endapan maupun perubahan warna yang terjadi pada saat penambahan reaksi.

Glikosida merupakan senyawa organik yang terdiri dari 2 molekul, yaitu gula dan bukan gula. Banyak glikosida tanaman digunakan sebagai obat. Secara biologi, glikosida berperan sangat penting dalam tanaman, yaitu terlibat dalam fungsi regulator, protektif, dan sanitasi.

### Kadar Katekin

Tabel 2 menunjukkan semua genotipe yang diuji mengandung katekin. Hasil ini sejalan dengan hasil penelitian pada Tabel 1 bahwa genotipe yang diuji semuanya positif mengandung flavanoid. Katekin merupakan flavanoid yang termasuk dalam kelas flavanol. Daun teh terutama teh hijau banyak mengandung flavanoid (Maung, He, & Chamba, 2012). Kadar katekin masing-masing genotipe berbeda antar bagian yang dianalisa (Tabel 2). Hasil penelitian menunjukkan kadar katekin bagian pucuk peko antara 8,36%-18,22%, daun pertama antara 5,78%-13,48%, daun kedua antara 4,43%-15,81%, dan ruas + tangkai daun antara 1,78%-12,15%.

Bagian tanaman teh yang dianalisis berpengaruh terhadap tingginya kadar katekin (Bhatia & Ullah, 1968). Kandungan katekin pucuk peko lebih tinggi dibandingkan dengan daun pertama, daun kedua, dan ruas + tangkai daun. Hal ini dikarenakan sel-sel pada pucuk peko masih aktif membelah sehingga metabolit sekunder yang dihasilkan lebih tinggi. Katekin ditemukan terutama di bagian kloroplas dan sel-sel mesofil serta di dinding pembuluh (Liu, Gao, Xia, &

Zhao, 2009). Konsentrasi komponen-komponen utama katekin pada daun teh sinensis berbeda: *epigallocatechingallate* (EGCG) > *epigallocatechin* (EGC) > *epicatechingallate* (ECG) (Nagata & Sakai, 1984). Zhonghua, Huang, Shi, & Wang (1995) melaporkan bahwa teh hijau dari klon berdaun sempit (*C. sinensis* var. *sinensis*) menunjukkan kandungan *epigallocatechin gallate* (EGCG) dan *epigallocatechin* (EGC) yang tinggi.

Kadar katekin pucuk peko bervariasi antara 8,36%-18,22%. Kandungan katekin pucuk peko Tbs 1 dan Tbs 2 nyata lebih tinggi dibandingkan Hibrid, Cin 143, Rb 3, dan Kiara 8, yaitu masing-masing sebesar 17,92% dan 18,22%. Kadar katekin terendah terdapat pada bagian ruas + tangkai daun dari genotipe Rb 3 (1,78%). Berdasarkan kandungan katekin, Tbs 1 dan Tbs 2 merupakan klon teh dengan kualitas yang lebih baik dibandingkan genotipe lainnya. PPTK (2008) dan Xiong *et al.* (2013) menyatakan bahwa tingginya kandungan total katekin pada teh dapat digunakan sebagai petunjuk tingginya kualitas daun teh dan berpengaruh terhadap citarasa. Menurut Graham & Rosser (2000), senyawa yang tidak berwarna tersebut, baik dalam pengolahan langsung atau tidak langsung, perubahannya selalu dihubungkan dengan semua sifat teh jadi, yaitu rasa, warna, dan aromanya.

Pada daun kedua, genotipe Tbs 2 menghasilkan kadar katekin 3,57 kali lipat dibandingkan dengan genotipe Kiara 8 dengan kadar katekin terendah. Kadar katekin Tbs 2 tidak berbeda nyata dengan Tbs 1, masing-masing sebesar 15,81% dan 14,67%. Genotipe Rb 3 dan Cin 143 masing-masing menghasilkan kadar katekin 5,68% dan 5,32%, tidak berbeda nyata dengan genotipe Kiara 8 (4,43%). Kadar katekin diduga dikendalikan secara poligenik seperti halnya kadar *betacaroten* pada teh. Kadar total katekin dapat digunakan sebagai salah satu kriteria seleksi dalam program pemuliaan teh (Wei *et al.*, 2011).

Untuk mendapatkan kadar katekin yang tinggi perlu dilakukan penelitian mengenai pengaruh genotipe dan ketinggian karena pada beberapa jenis tanaman menunjukkan genotipe dan ketinggian sangat berpengaruh terhadap kandungan bioaktif tanaman (Arniputri, Saky, & Rahayu, 2007; Bermawie, Purwiyanti, & Mardiana, 2006; Martono, 2011). Selain itu, kandungan katekin juga dipengaruhi oleh musim (Cherotich *et al.*, 2013).

Tabel 2. Pengaruh genotipe terhadap kadar katekin pada bagian pucuk peko dengan dua daun (p+2)  
Table 2. The effect of genotype on catechin content of bud with two leaves (p+2)

No.	Genotipe	Kadar katekin (%)			
		Pucuk peko	Daun pertama	Daun kedua	Ruas+tangkai daun
1.	Tbs 1	17,92 a	11,73 a	14,67 a	7,93 c
2.	Tbs 2	18,22 a	13,48 a	15,81 a	12,15 b
3.	Hibrid	13,55 b	8,19 b	8,27 b	12,98 b
4.	RB 3	8,36 c	5,78 bc	5,68 c	1,78 c
5.	Kiara 8	10,23 bc	6,87 b	4,43 c	4,87 c
6.	Cin 143	12,86 b	6,26 b	5,32 bc	5,54 c
Rata-rata		13,52	8,05	9,05	9,95

Keterangan: Angka-angka yang diikuti oleh huruf pada kolom yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5%

Notes : Numbers followed by the same letters in each column are not significantly different at 5%

## KESIMPULAN

Pucuk peko dengan 2 daun (p+2) pada genotipe Tbs 1, Tbs 2, Hibrid, Cin 143, Rb 3, dan Kiara 8 mengandung senyawa aktif alkaloid, saponin, tanin, fenolik, flavanoid, steroid, dan glikosida. Uji triterpenoid pada genotipe Tbs 1, Hibrid, dan Kiara 8 memberikan hasil positif. Genotipe Tbs 1 dan Tbs 2 memiliki kandungan katekin nyata lebih tinggi (kecuali bagian ruas + tangkai daun) dibandingkan dengan empat genotipe lainnya. Pucuk peko, daun pertama, dan daun kedua pada genotipe Tbs 1 memiliki kadar katekin masing-masing 17,92%, 11,73%, dan 14,67%, sedangkan pada genotipe Tbs 2 masing-masing 18,22%, 13,48%, dan 15,81%. Kadar katekin terendah dihasilkan oleh bagian ruas + tangkai daun pada genotipe Rb 3 (1,78%). Pucuk peko menghasilkan kandungan katekin bervariasi antara 8,36-18,22%, lebih tinggi dibandingkan dengan daun pertama, daun kedua, dan bagian ruas + tangkai daun.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada Anang Asmoro, SP., yang telah banyak membantu dalam pelaksanaan penelitian di lapangan.

## DAFTAR PUSTAKA

Achmad, S.A. (2006). *Kimia bahan alam dan potensi keanekaragaman hayati. Paper presented at Workshop Peningkatan Sumber Daya Manusia Pengelolaan dan Penelitian Potensi Keanekaragaman Hayati*. Padang.

Agusta, A. (2006). Diversitas jalur biosintesis senyawa terpena pada makhluk hidup sebagai target obat antiinfeksi. *Berita Biologi*, 8(2), 141-152.

Aigbodion, O.B., & Marcell, I. (2013). Microbiological characteristics and phytochemical screening of some herbal teas in Nigeria. *European Scientific Journal*, 9(8), 149-160.

Ajjah, A. (2004). Sensitivitas *Salmonella thyphimurium* terhadap ekstrak daun *Psidium guajava* L. *Bioscience*, 1(1), 31-8.

Arniputri, R.B., Sakya, A.T., & Rahayu, M. (2007). Identifikasi komponen utama minyak atsiri temu kunci (*Kaemferia pandurata* Roxb.) pada ketinggian tempat yang berbeda. *Biodiversitas*, 8(2), 135-137.

Badan Standardisasi Nasional. (2000). SNI 01-3391-2000 (SNI Gambir) (p.6). Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Bathia, I.S., & Ullah, M.R. (1968). Polyphenols of tea. *J. Sci. Food Agric.*, 19, 535-542.

Bermawie, N., Purwiyanti, S., & Mardiana. (2006). Keragaan sifat morfologi, hasil, dan mutu plasma nutfah pegagan (*Centella asiatica* (L.). *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*, XIX(1), 1-17.

Cherotich, L., Kamunya, S.M., Alakonya, A., Msomba, S.W., Uwimana, M.A., Wanyoko, J.K., & Owuor, P.O. (2013). Variation in Catechin Composition of Popularly Cultivated Tea Clones in East Africa (Kenya). *American Journal of Plant Sciences*, 4, 628-640.

Cheruyiot, E.K. (2007). Polyphenols as potential indicators for tolerance in tea (*Camellia sinensis*). *Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*, 71(9), 2190-2197.

Departemen Kesehatan. (1995). *Materia medica Indonesia Jilid VI*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.

Dixon, R.A., & Steel, L.C. (1999). Flavonoids and Isoflavonoids-gold mine for metabolic engineering. *Trends in Plant Science*, 4, 394-400.

Fujimura, Y., Tachibana, H., & Yamada, K. (2004). Lipid raft-associated catechin suppresses the FcεRI expression by inhibiting phosphorylation of the extracellular signal-regulated kinase1/2. *FEBS Letters*, 556, 204-210.

Graham, R.D., & Rosser, J.M. (2000). Carotenoids in staple foods: Their potential to improve human nutrition. *Food and Nutrition Bulletin*, 21, 404-409.

Izzren, N.Q.M.N., & Fadzelly, M.A.B. (2013). Phytochemicals and antioxidant properties of different parts of *Camellia sinensis* leaves from Sabah tea plantation in Sabah, Malaysia. *International Food Research Journal*, 20(1), 307-312.

- Jang, H.D., Chang, K.S., Huang, Y.S., Hsu, C.L., Lee, S.H., & Su, M.S. (2007). Principal phenolic phytochemicals and antioxidant activities of three Chinese medicinal plants. *Food Chemistry*, 103, 749-756.
- Khan, N., & Mukhtar, H. (2007). Tea polyphenols for health promotion. *Life Science*, 81, 519-533.
- Liu, Y., Gao, L., Xia, T., & Zhao, L. (2009). Investigation of the site-specific accumulation of catechin in the tea plant (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) via Vanillin-HCl Staining. *J. Agric. Food Chem.*, 57, 10371-10376.
- Manitto, P. (1981). *Biosynthesis of natural products*. Ellis Horwood Ltd., Publisher.
- Martono, B. (2011). *Keragaman dan tanggap pertumbuhan serta produksi asiaticosida pegagan (Centella asiatica (L.) Urban) pada ketinggian tempat dan naungan yang berbeda* (Disertasi, Institut Pertanian Bogor, Bogor).
- Masduki, I. (1996). Efek antibakteri ekstrak biji pinang (*Areca catechu*) terhadap *S. aureus* dan *E. coli*. *Cermin Dunia Kedokteran*, 109, 21-4.
- Maung, P.P., He, Q., & Chamba, M.V.M. (2012). Comparison of polyphenol content between laboratory processed Laphet and China and Myanmar tea (*Camellia sinensis*) products. *J. Food Sci.*, 22(4), 180-184.
- Minjie, Z. (1995). *Sixth conference thesis of comprehensive utilization of agricultural by-products by China committee of Chemistry* (J). Nanchang.
- Nagata, T., & Sakai, S. (1984). Differences caffeine, flavonols, and amino acids contents in leaves of cultivated species of *Camellia*. *Jpn. J. Breed.*, 34, 459-467.
- Nassar, Z., Abdalrahim, & Amin M.S. (2010). The Pharmacological Properties of terpenoid from *Sandoricum Koetjape*. *Journal Medcentral*, 1-11.
- Pusat Penelitian Teh dan Kina. (2008). *Petunjuk teknis pengelolaan teh* (p. 109). Gambung: Pusat Penelitian Teh dan Kina.
- Rathee, J.S., Hassarajani, S.A., & Chattopadhyay, S. (2007). Antioxidant activity of *Nyctanthes arbortristis* leaf extract. *Food Chemistry*, 103, 1350-135.
- Robinson, T. (1995). *Kandungan organik tumbuhan tinggi*. Penerjemah Padmawinata K. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
- Singh, H.P., Ravindranath, S.D., & Singh, C. (1999). Analysis of tea shoot catechins: Spectrophotometric quantification and selective visualization on two dimensional paper chromatograms using diazotized sulphanilamide. *J. of Agricultural and Food Chemistry*, 47(3), 1041-1045.
- Singh, R., Rastogi, S., & Dwivedi, U.N. (2010). Phenylpropanoid metabolism in ripening fruits. *Compr. Rev. Food Sci.*, F 9, 398-416.
- Schmidt, F.H., & Ferguson, J.H.A. (1951). *Rainfall type based on wet and dry period ratio for Indonesia with Western New Guinea*. Jakarta: Jawatan Meteorologi dan Geofisika. Kementerian Perhubungan.
- Takeda, Y. (1994). Differences in tea caffeine and tannin contents between tea cultivars and application to tea breeding. *Japan Agricultural Research Quarterly*, 28(2), 117-123.
- Tariq, A.L., & Reyaz, A.L. (2012). Phytochemical analysis of *Camellia sinensis* leaves. *Int. J. of Drug Development and Research*, 4(4), 311-316.
- Vickery, M.L., & Vickery, B. (1981). *Secondary plant metabolism* (p. 335). The Macmillan Press Ltd.
- Wang, H., & Helliwell, K. (2001). Determination of flavonols in green and black tea leaves and green tea infusions by high-performance liquid chromatography. *Food Res. Int.*, 34, 223-227.
- Wei, K., Wang, L., Zhou, J., He, W., Zeng, J., Jiang, Y., & Cheng, H. (2011). Catechins contents in tea (*Camellia sinensis*) as affected by cultivar and environment and their relation to chlorophyll contents. *Food Chem.*, 125, 44-48.
- Winardi, R.R. (2010). Perubahan kadar flavonoid selama fermentasi seduhan teh hijau dan potensi khasiatnya. *Jurnal Saintech* 02(03), 63-68.
- Xin-Chao, W., Chen, L., Chun-Lei, M., Ming-Zhe, Y., & Ya-Jun, Y. (2010). Genotypic variation *Journal of Food Composition and Analysis*, 23, 9-14.
- Xiong, L., Li, J., Li, Y., Yuan, L., Liu, S., Huang, J., & Liu, Z. (2013). Dynamic changes in catechin levels and catechin biosynthesis-related gene expression in albino tea plants (*Camellia sinensis* L.). *Plant Physiology and Biochemistry*, 71, 132-143.
- Yamanishi, T. (1999). Tea flavor. In Jain N.K. (Ed.). *Global Advances in Tea Science* (pp. 707-722). New Delhi: Aravali Book International (P) Ltd.
- Yang, D., Liu, Y., Sun, M., Zhao, L., Wang, Y., Chen, X., ... Xia, T. (2012). Differential gene expression in tea (*Camellia sinensis* L.) calli with different morphologies and catechin contents. *J. Plant Physiol.*, 169, 163-175.
- Yizhong, X., & Hongrong, A. (1990). The application of tea saponin on the decolorization and detergent (J). *China Surfactant Detergent & Cosmetics*, 2, 46-48.
- Zhonghua, L., Huang J., Shi Z. & Wang Z. (1995). Studies on some factors affecting the quality of tea catechins. *Proceeding of '95 International Tea Quality Human Health Symposium* (p. 211). Shanghai. China.