

**PENURUNAN KADAR KATEKIN DAN KAFEIN TEH BOTOL
SELAMA DALAM PROSES PRODUKSI**
*(The Decreasing of Catechins and Caffeine Contents
During The Bottling Tea Process of Bottled Tea)*

Bernadeta Soedarini

Staf Pengajar Teknologi Pangan, UNIKA Soegijapranata Semarang

ABSTRACT

Tea is the most popular beverage after drinking water throughout the world. In the recent year, tea has attracted significant attention caused by its reported health benefits, particularly the antioxidant, anticarcinogenic, and antiarteriosclerotic agent. It is generally believed that Flavonoids are mainly responsible for these actions. Flavonoids in tea are catechins and their derivates, such as epigallocatechin gallate (EGCG), epigallocatechin (EGC), epicatechine gallate (ECG) and epicatechin (EC). Catechins are colorless, water-soluble compounds, which will interact with caffeine, impart bitterness and astringency to tea confusion. Tea consumption has undergone a number of changes in many years. Since 1970, consumption of bottled tea has increased. A considerable factor in this change is the general trend toward convenience foods and packaging. The aim of this study was to evaluate the changing of catechins and their derivates content, also caffeine, during processing of bottled tea production with HPLC method. The result of Excel analysis, show that tea leaves contain ECGC for the most compound (306.41 ppm), followed by ECG (41.67 ppm), EGC+C (40.02 ppm) and EC (21.99 pm) also caffeine (177.87 ppm). Based on Analysis of Variances (ANOVA), mother liquid tea has the most catechins and caffeine content. All compounds have significant decreased at the process of mixing. The decreased of catechins and caffeine content during bottling tea process were caused by dilution, oxidation and epimerization. After 3 days incubated, bottled tea relatively has no significant decreased, in EGCG (45.28 ppm), EGC + C (16.67 ppm), EGC (10.11 ppm), EC (9.93 ppm) and caffeine (114.82 ppm).

Keywords : catechins, EGCG, EGC, ECG, EC, caffeine, bottled tea

PENDAHULUAN

Berdasarkan hasil survei oleh berbagai lembaga riset mengenai konsumsi teh oleh masyarakat, antara lain AC Nielsen, MARS dan SWA, sejak tahun 1999 hingga kini menunjukkan, tingkat penetrasi pasar untuk teh mencapai lebih dari 95%, sedangkan minuman kopi hanya dikonsumsi oleh 79% penduduk Indonesia khususnya di perkotaan. Meski belum ada data

yang pasti, namun persentase terbesar dari penjualan teh masih dipegang oleh teh bubuk, lalu disusul oleh teh dalam kemasan botol dan selanjutnya teh dalam kemasan lain seperti teh celup dan teh instan (Sinaga & Murdono, 2003).

Dewasa ini, konsumsi teh mengalami perubahan. Pada tahun 1950 teh botol belum dikonsumsi oleh masyarakat, namun pada tahun 1970 konsumsi teh botol sudah mencapai 11.600.000 lb. Faktor yang menyebabkan

perubahan konsumsi ini adalah tren yang secara umum berubah ke arah makanan siap saji dan terkemas. Selain itu konsumsi teh botol oleh konsumen remaja semakin meningkat (Johnson & Peterson, 1974).

Teh terbuat dari daun tanaman *Camelia sinensis*, varietas *assamica* dan *sinensis*, merupakan minuman yang paling populer setelah air. Hal ini disebabkan karena manfaatnya bagi kesehatan, terutama sebagai : (1) antioksidan yang mampu mencegah pembentukan radikal bebas atau memotong rantai reaksi dari pembentukan radikal bebas dengan mendonorkan elektronnya kepada radikal bebas, sehingga menjadi inaktif dan tidak berbahaya bagi tubuh (Wang *et al.*, 2000 & Leung *et al.*, 2001); (2) antikarsinogenik yang dapat mengurangi efek karsinogen penyebab kanker, seperti kanker kulit, paru-paru, kerongkongan, hati, usus, pankreas, maupun prostat (Wang *et al.*, 2000 & Yang *et al.*, 2000); (3) antiarteriosklerotik yang dapat menghambat peningkataan kadar kolesterol dalam darah dan mengontrol tekanan darah tinggi, sehingga dapat melindungi dari penyakit jantung koroner, stroke, maupun pembuluh darah (Wang *et al.*, 2000 & Higdon, 2003).

Manfaat teh tersebut disebabkan adanya kandungan flavonoid yang merupakan metabolit sekunder tanaman yang secara struktural dan pembentukan cincin oksigen heterosiklik (cincin C). Kelas flavonoid utama yang terdapat dalam teh adalah flavonol dan flavanol (Wang *et al.*, 2000). Dalam hal ini yang termasuk flavonol adalah quercetin, kaempferol, dan glikosida. Sedangkan yang termasuk flavanol teh adalah katekin, epikatekin, epikatekin galat, epigalokatekin, dan epigalokatekin galat (Shahidi & Naczk, 1995). Katekin merupakan senyawa yang tidak berwarna dan larut air, dimana memberi rasa pahit (*bitternes*) dan *astringency* pada air seduhan teh. Hampir

semua sifat pada pembuatan teh yang meliputi rasa, warna dan aroma secara langsung maupun tidak langsung berhubungan dengan modifikasi senyawa katekin (Wang *et al.*, 2000).

Methylxanthines adalah kelas besar dari kafein (1,3,7-trimethylxanthine), *theophylline* (1,3-dimethylxanthine), dan *theobromine* (3,7-dimethylxanthine). Kafein merupakan bubuk yang tidak berwarna pada suhu ruang, tidak berbau, tetapi mempunyai sedikit rasa pahit (*bitter*). Kafein menyublim pada suhu 180°C, dan mempunyai titik lebur 236.5°C (*under pressure*). Kafein terlarut baik dalam air mendidih, tetapi pada suhu ruang klorofom merupakan salah satu pelarut terbaik.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi perubahan kandungan katekin dan turunan-turunannya (EGCG, EGC, ECG, dan EC), serta kafein selama proses produksi teh botol dengan metode HPLC.

BAHAN DAN METODA

Sampel padat yang diambil adalah Teh Bahan Khusus (TBK) yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan teh botol. Selanjutnya 1 gram sampel padat TBK dilarutkan dalam larutan 0,1% asam fosfat sampai $\frac{3}{4}$ bagian labu ukur 100 ml. Proses ekstraksi sampel ini dibantu dengan sonikasi suhu 60°C, selama 1 jam. Kemudian larutan dibiarkan menjadi dingin seperti suhu ruang, ditambahkan sampai batas tera, dan dicampur dengan baik.

Sampel cair diambil dari tahap penyeduhan, Teh Cair Pahit (TCP), mixing, Teh Cair Manis (TCM), pengovenan, dan penginkubasi. Sampel tersebut diambil pada *batch* pertama dan dilakukan 3 kali ulangan. Selanjutnya sampel dibawa dalam box pendingin untuk dianalisa kandungan katekin dan kafeinnya dengan HPLC. Larutan sampel padat dan cair yang telah

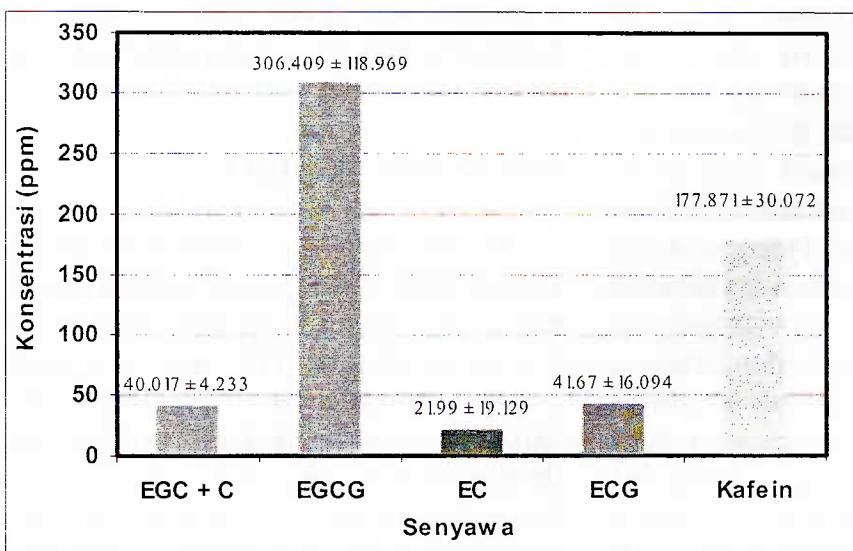
siap disaring dengan filter membran 0,45 µm dan disonikasi (60°C, 10 menit). Kemudian sampel diinjeksikan ke HPLC Shimadzu C18, detektor SPD-10 AVP (280 nm), dan kecepatan aliran 2 ml/menit. Data yang didapat akan dihitung dengan menggunakan rumus (Adnan, 1997) :

$$\text{Konsentrasi senyawa (ppm)} = \frac{\text{luas area senyawa}}{\text{luas area standar}} \times \text{konsentrasi standar (ppm)}$$

Untuk data sampel padat dianalisa dengan Excell dan disajikan dalam bentuk diagram batang. Sedangkan sampel cair akan dianalisa menggunakan *One Way* Anova dari perangkat lunak SPSS for Windows version 10.0, disajikan dalam bentuk diagram garis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari proses ekstraksi sampel padat Teh Bahan Khusus (TBK) diperoleh hasil kandungan katekin dan kafein seperti terlihat pada Gambar 1.



Keterangan :

- EGC = Epigalokatekin
- C = Katekin
- EGCG = Epigalokatekin galat
- EC = Epikatekin
- ECG = Epikatekin galat

Gambar 1. Kandungan Katekin dan Kafein Sampel TBK

Menurut Gadow *et al.* (1997), semakin lama waktu ekstraksi, maka aktivitas antioksidatif semakin meningkat dengan peningkatan periode induksi dan faktor potensial. Walau demikian, hasil ekstraksi yang diperoleh dari sampel padat kurang efektif jika dibandingkan sampel cair yang diambil dari

pabrik pada tahap penyeduhan. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan faktor suhu dan larutan pengekstrak, yaitu asam fosfat dan air. Pada sampel padat suhu yang digunakan untuk mengekstraksi ± 60°C, sedangkan untuk sampel cair saat penyeduhan digunakan suhu ± 90°C. Menurut Khokhar & Magnusdottir

(2002), kondisi penyeduhan, seperti suhu air yang digunakan, perbandingan jumlah daun teh dengan air, struktur daun teh, dan waktu ekstraksi akan mempengaruhi jumlah flavonoid yang terekstrak ke dalam cairan teh.

Pada analisa kandungan katekin dan kafein sampel teh cair, terlihat adanya perubahan yang

signifikan dari tahap awal penyeduhan sampai dengan tahap akhir inkubasi, seperti terlihat pada Gambar 2. Pada tahap penyeduhan kandungan katekin relatif lebih banyak daripada kafein, namun setelah tahap inkubasi nampak bahwa kandungan kafein lebih banyak daripada kandungan katekin.



Gambar 2. Diagram Pie Kandungan Katekin dan Kafein setiap Tahap Proses Produksi Teh Botol

Keterangan :

EGC + C EGCG EC ECG Kafein

Pembandingan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan masing-masing senyawa dalam setiap tahap proses produksi, dianalisa dengan *One Way Anova*. Pada hasil uji signifikansi wilayah ganda Duncan tahap penyeduhan dan Teh Cair Pahit, senyawa EGCG merupakan komponen yang paling banyak. namun pada tingkat kepercayaan 95% tidak berbeda nyata dengan senyawa kafein. Sedangkan senyawa EC, EGC+C, dan ECG saling tidak berbeda nyata. Sebaliknya pada hasil uji signifikansi tahap Mixing, The Cair Manis, Sterilisasi, dan inkubasi; senyawa kafein merupakan komponen yang paling banyak. Pada tingkat kepercayaan 95% antara kafein, EGCG, dan ECG saling berbeda nyata. Namun antara ECG, EGC+C, dan EC tetap tidak berbeda nyata.

Sedangkan pengaruh tahap proses produksi terhadap kandungan katekin dan kafein, juga dianalisa dengan *One Way Anova* dengan hasil uji signifikansi wilayah ganda Duncan sebagai berikut :

Tabel 1. Pengaruh Proses Produksi terhadap Kandungan EGC + C

| Tahap | Konsentrasi (ppm) |
|------------|------------------------------|
| Penyeduhan | 88.569 ^a ± 14.426 |
| TCP | 70.148 ^b ± 12.744 |
| Mixing | 18.417 ^c ± 4.234 |
| TCM | 18.793 ^c ± 5.779 |
| Oven | 19.813 ^c ± 4.985 |
| Inkubasi | 16.674 ^c ± 5.926 |

Keterangan :

- Semua nilai merupakan mean ± SD, jumlah ulangan tiap sampel = 3
- Untuk masing-masing kolom nilai dengan *superscript* yang berbeda menunjukkan beda nyata tiap tahap ($p < 0,05$)

Berdasarkan tabel 1 di atas, terlihat bahwa kandungan EGC + C paling banyak terdapat pada tahap penyeduhan. Berdasarkan uji Anova pada tingkat kepercayaan 95%, antara tahap penyeduhan sampai diperolehnya Teh Cair Pahit maupun tahapan proses dari Teh Cair Pahit sampai dengan mixing (penambahan sirup gula), terjadi penurunan yang signifikan atau beda nyata. Sedangkan pada tahap mixing dilanjutkan terbentuknya Teh Cair Manis maupun tahap sterilisasi (komersial) sampai dengan inkubasi tidak lagi terjadi penurunan kadar yang berbeda nyata.

Tabel 2. Pengaruh Proses Produksi terhadap Kandungan EGCG

| Tahap | Konsentrasi (ppm) |
|------------|--------------------------------|
| Penyeduhan | 616.104 ^a ± 177.741 |
| TCP | 490.213 ^a ± 152.396 |
| Mixing | 70.494 ^b ± 40.237 |
| TCM | 69.753 ^b ± 41.684 |
| Oven | 43.901 ^b ± 17.307 |
| Inkubasi | 45.279 ^b ± 26.800 |

Keterangan :

- Semua nilai merupakan mean ± SD, jumlah ulangan tiap sampel = 3
- Untuk masing-masing kolom nilai dengan *superscript* yang berbeda menunjukkan beda nyata tiap tahap ($p < 0,05$)

Tabel 2 menunjukkan bahwa kandungan EGCG paling banyak terdapat pada tahap penyeduhan, namun pada tingkat kepercayaan 95% tidak berbeda nyata dengan tahap Teh Cair Pahit. Kandungan EGCG yang dihasilkan mempunyai beda nyata atau mengalami penurunan yang

signifikan pada tahap Teh Cair Pahit – mixing. Sedangkan tahap mixing – Teh Cair Manis – sterilisasi – inkubasi tidak ada beda nyata.

Tabel 3. Pengaruh Proses Produksi terhadap Kandungan EC

| Tahap | Konsentrasi (ppm) |
|------------|------------------------------|
| Penyeduhan | 66.846 ^a ± 18.388 |
| TCP | 53.982 ^a ± 12.831 |
| Mixing | 16.081 ^b ± 4.011 |
| TCM | 13.535 ^b ± 5.188 |
| Oven | 10.151 ^b ± 2.163 |
| Inkubasi | 9.933 ^b ± 5.883 |

Keterangan :

- Semua nilai merupakan mean ± SD, jumlah ulangan tiap sampel = 3
- Untuk masing-masing kolom nilai dengan *superscript* yang berbeda menunjukkan beda nyata tiap tahap ($p < 0,05$)

Berdasarkan tabel 3, terlihat bahwa kandungan EC paling banyak terdapat pada tahap penyeduhan, namun pada tingkat kepercayaan 95% tidak berbeda nyata dengan tahap TCP. Kandungan EC yang dihasilkan mempunyai beda nyata atau mengalami penurunan yang signifikan pada tahap Teh Cair Pahit – mixing. Sedangkan tahap mixing – Teh Cair Manis – sterilisasi – inkubasi tidak ada beda nyata.

Tabel 4. Pengaruh Proses Produksi terhadap Kandungan ECG

| Tahap | Konsentrasi (ppm) |
|------------|------------------------------|
| Penyeduhan | 95.381 ^a ± 29.673 |
| TCP | 76.19 ^a ± 25.628 |
| Mixing | 20.819 ^b ± 6.488 |
| TCM | 17.931 ^b ± 8.539 |
| Oven | 9.506 ^b ± 3.782 |
| Inkubasi | 10.113 ^b ± 3.681 |

Keterangan :

- Semua nilai merupakan mean ± SD, jumlah ulangan tiap sampel = 3
- Untuk masing-masing kolom nilai dengan *superscript* yang berbeda menunjukkan beda nyata tiap tahap ($p < 0,05$)

Pada tabel 4, terlihat bahwa kandungan ECG paling banyak terdapat pada tahap penyeduhan, namun pada tingkat kepercayaan 95% tidak berbeda nyata dengan tahap TCP. Kandungan ECG yang dihasilkan mempunyai beda nyata atau mengalami penurunan yang signifikan pada tahap Teh Cair Pahit – mixing. Sedangkan tahap mixing – Teh Cair Manis – sterilisasi – inkubasi tidak ada beda nyata.

Tabel 5. Pengaruh Proses Produksi terhadap Kandungan Kafein

| Tahap | Konsentrasi (ppm) |
|------------|-------------------------------|
| Penyeduhan | 519.936 ^a ± 66.766 |
| TCP | 419.344 ^b ± 51.571 |
| Mixing | 114.431 ^c ± 14.687 |
| TCM | 115.389 ^c ± 23.311 |
| Oven | 113.844 ^c ± 17.991 |
| Inkubasi | 114.822 ^c ± 13.483 |

Keterangan :

- Semua nilai merupakan mean ± SD, jumlah ulangan tiap sampel = 3
- Untuk masing-masing kolom nilai dengan *superscript* yang berbeda menunjukkan beda nyata tiap tahap ($p < 0,05$)

Berdasarkan tabel 5, terlihat bahwa kandungan Kafein paling banyak terdapat pada tahap penyeduhan. Pada tingkat kepercayaan 95%, antara tahap penyeduhan – Teh Cair Pahit dan Teh Cair Pahit – mixing, terjadi penurunan yang signifikan atau beda nyata. Sedangkan tahap mixing – Teh Cair Manis – sterilisasi – inkubasi tidak menunjukkan perubahan yang signifikan.

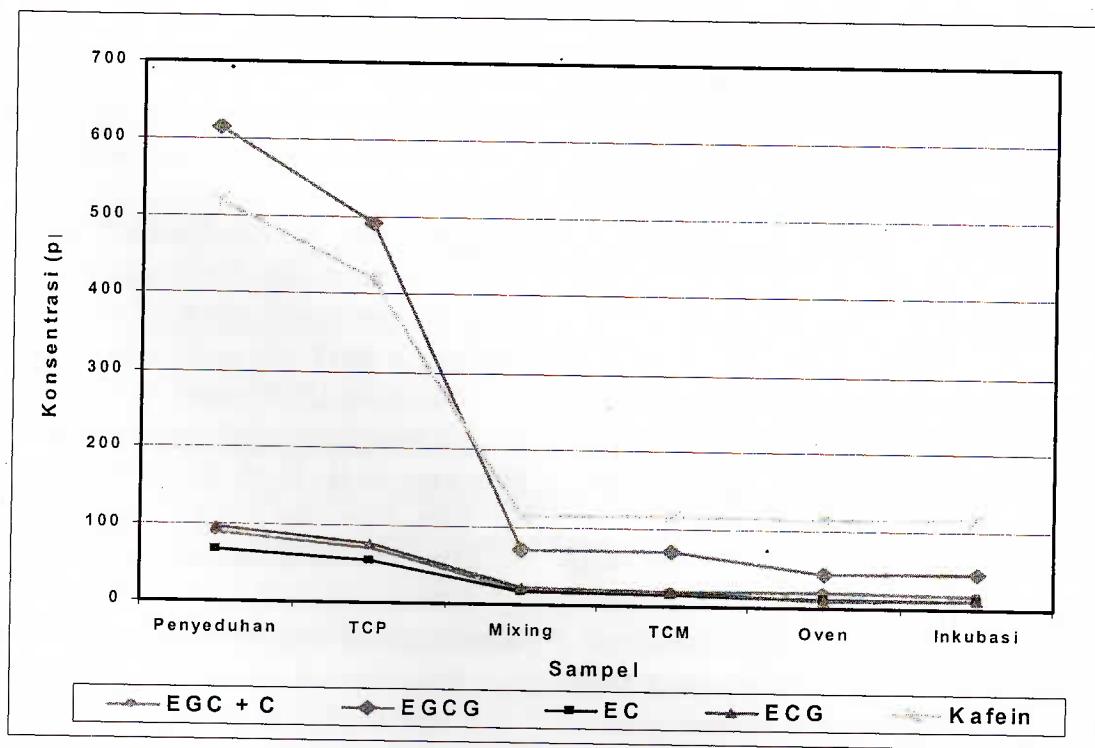
Tingkat kandungan fenol, katekin, dan kafein meningkat dengan peningkatan suhu ekstraksi. Dan karena senyawa flavonoid bersifat polar dan mudah larut dalam pelarut polar, maka sangatlah tepat jika digunakan air sebagai zat pelarut yang mempunyai polaritas sangat kuat, dimana konfigurasi elektron dan geometri molekulnya dapat menghasilkan dipol permanen yang sangat kuat (Adnan, 1997).

Pada gambar 3 di bawah, terlihat bahwa kandungan semua senyawa paling banyak terdapat pada tahap penyeduhan dan mengalami

penurunan yang signifikan pada tahap Teh Cair Pahit – mixing. Sedangkan EGC + C dan kafein mengalami penurunan yang signifikan pula pada tahap penyeduhan – Teh Cair Pahit.

Pada tahap penyeduhan ke tahap TCP terjadi penurunan kandungan katekin (EGC + C) dan kafein secara signifikan. Hal ini disebabkan karena sampel teh yang sudah diekstrak (penyeduhan) akan melalui filter : (1) niagara untuk menghilangkan atau menyaring partikel-partikel besar; (2) *back* untuk menyaring partikel sedang; dan (3) *cartridge* untuk menyaring partikel halus, menghasilkan Teh Cair Pahit (TCP). Oleh karena itu meskipun sampel yang diambil selalu dari *batch* pertama proses produksi, namun pada awal produksi dapat dimungkinkan masih terdapat sisa air maupun adanya partikel-partikel lain yang tertinggal dalam filter, mengingat filter tidak dalam kondisi benar-benar kering saat belum dioperasikan.

Selanjutnya Teh Cair Pahit yang dihasilkan akan dicampur dengan sirup gula pada tahap *mixing*. Pada tahap ini terlihat adanya penurunan yang signifikan untuk semua komponen, disebabkan pada tahap mixing terdapat pengenceran dengan air dan sirup gula. Selain itu pencampuran teh yang masih mempunyai suhu tinggi, dalam keadaan terbuka, dan adanya perlakuan pengadukan, akan berinteraksi dengan udara (oksigen) menyebabkan terjadinya oksidasi. Menurut Anonim (2003), pada suhu tinggi dengan adanya oksigen, dan penambahan gula akan terjadi penurunan katekin teh yang tidak terduga. Selain itu pengadukan juga mempengaruhi jumlah flavonoid yang terekstrak ke dalam cairan teh (Khokhar & Magnusdottir, 2002).



Gambar 3. Kandungan Katekin dan Kafein Proses Produksi Teh Botol

Keterangan :

- Semua nilai dalam mean \pm SD, jumlah ulangan tiap sampel = 3 pada batch berbeda.
- Satuan untuk konsentrasi masing-masing senyawa dalam ppm (mg/lt).
- TCP (Teh Cair Pahit) dan TCM (Teh Cair Manis).

Untuk tahap *mixing* ke tahap Teh Cair Manis (TCM), kandungan katekin dan kafein relatif stabil. Hal ini disebabkan sampel tidak mengalami perlakuan yang berarti, yaitu hanya dilewaskan filter kembali. Selain itu suhu dari sampel sudah mulai menurun, sehingga relatif stabil terhadap oksidasi.

Pada tahap pengovenan suhu tinggi $\pm 100^\circ\text{C}$ terjadi penurunan kandungan EGCG dari 69.753 ± 41.684 ppm menjadi 43.901 ± 17.307 ppm. Sebaliknya kandungan EGC+C mengalami

peningkatan dari 18.793 ± 5.779 ppm menjadi 19.813 ± 4.985 ppm. Menurut Anonim (2003^c), selama proses pemanasan untuk sterilisasi teh botol akan terjadi degradasi katekin, karena adanya proses oksidasi dan epimerisasi EGCG menjadi galokatekin galat. Epimers itu sendiri adalah stereoisomer-stereoisomer dari gula atau derivatif gula yang berbeda susunan atom hidrogen dan kelompok hidroksilnya pada cincin karbon asimetris paling akhir. Epimerisasi dapat terjadi sebagai hasil adanya perlakuan fisik, seperti pemanasan atau aktivitas enzimatik. Namun berdasarkan hasil uji signifikansi, penurunan EGCG dan peningkatan EGC+C ini tidaklah signifikan atau beda nyata. Demikian pula untuk senyawa EC, ECG, dan kafein tidak mengalami perubahan yang signifikan.

Sampel teh botol yang sudah melewati pengovenan kemudian akan diinkubasi pada

suhu ruang selama 3 hari sebelum siap dipasarkan. Dari hasil analisa sampel inkubasi tidak terlihat adanya perubahan kandungan katekin dan kafein yang signifikan. Hal ini disebabkan katekin relatif stabil pada suhu ruang (Anonim, 2003).

SIMPULAN

Sampel teh bubuk mempunyai kandungan EGCG terbesar (306.409 ppm), diikuti ECG (41.67 ppm), EGC+C (40.017 ppm), dan EC (21.99 ppm), sedangkan kandungan kafeinnya sebesar 177.871 ppm. Sampel teh cair mempunyai kandungan katekin dan kafein paling tinggi di tahap penyeduhan, dan semua senyawa menurun secara signifikan pada tahap Teh Cair Pahit (TCP) sampai tahap *mixing*.

Pada tahap penyeduhan dan Teh Cair Pahit (TCP), senyawa yang mengalami penurunan secara signifikan adalah EGC + C dan kafein. Selama proses produksi teh botol, terdapat penurunan kandungan katekin dan kafein, terutama pada tahap penyeduhan sampai dengan *mixing* yang disebabkan pengenceran, proses oksidasi, dan epimerisasi.

Setelah masa inkubasi 3 hari, teh botol relatif tidak mengalami perubahan yang signifikan dengan kandungan EGCG (45.279 ppm), EGC+C (16.674 ppm), ECG (10.113 ppm), EC (9.933 ppm), dan kafein (114.822 ppm)

UCAPAN TERIMAKASIH

Penelitian ini mendapat dukungan dana dari DIKNAS 2004/2005 dan merupakan kerjasama yang baik dengan asisten peneliti (Irene Hubaya) serta laboran di FTP UNIKA Soegijapranata Semarang (FX. Sholeh Kuntoro).

DAFTAR PUSTAKA

- Adnan, M. 1997.** *Teknik Kromatografi untuk Analisis Bahan Makanan*. Penerbit Andi. Yogyakarta.
- Anonim. 2003.** *Tea For Health™: The Science of Green Tea*. Fleminger, Inc. <http://www.teaforhealth.com/science.htm>
- Higdon, J. 2003.** *Tea and Chronic Disease Prevention*. LPI Research Associate. <http://lpi.oregonstate.edu/f-w02/tea.html>
- Johnson, A. H. & M. S. Peterson. 1974.** *Encyclopedia of Food Technology*. The AVI Publishing Company, Inc. Westport, Connecticut.
- Khokhar, S. & S. G. M. Magnusdottir. 2002.** *Total Phenol, Catechin, and Caffeine Contens of Teas Commonly Consumed in United Kingdom*. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50 : 565–570.
- Leung, L. K.; Y. Su; R. Chen; Z. Zhang; Y. Huang & Z. Y. Chen. 2001.** Theaflavins in Black Tea and Catechins in Green Tea Are Equally Effective Antioxidants. Journal of Nutrition 131: 2248–2251.
- Shahidi, F. & M. Naczk. 1995.** *Food Phenolics Sources, Chemistry, Effects, Applications*. Technomic Publishing Company, Inc. USA.
- Sinaga, R. V. & D. J. Murdono. 2003.** *Bisnis Teh dalam Botol*. Sinar Harapan.
- Spiller, G. A. 1998.** *Caffeine*. CRC Press LLC. USA.
- Wang, H.; G. J. Provan & K. Helliwell. 2000.** *Tea Flavonoids : Their Functions, Utilisation and Analysis*. Trends in Food Science & Technology, 11: 152–160.