

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN TEH VARIETAS GMB 7 PADA BEBERAPA KETINGGIAN TEMPAT

ANTIOXIDANT ACTIVITIES OF GMB 7 VARIETY OF TEA AT DIFFERENT ALTITUDE

* Budi Martono¹⁾, Syamsul Falah²⁾, dan Eneng Nurlaela²⁾

¹⁾ **Balai Penelitian Tanaman Industri dan Penyegar**

Jalan Raya Pakuwon Km 2 Parungkuda, Sukabumi 43357 Indonesia

²⁾ **Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,**

Departemen Biokimia, Institut Pertanian Bogor

Jalan Agatis Gd. Fapet, Lantai 5-Wing 5 Kampus Darmaga, Bogor 16680 Indonesia

* budimartono@hotmail.com

(Tanggal diterima: 3 Desember 2015, direvisi: 23 Desember 2015, disetujui terbit: 24 Maret 2016)

ABSTRAK

GMB 7 merupakan varietas unggul teh yang mempunyai produktivitas tinggi dan berpotensi sebagai sumber antioksidan alami, dapat tumbuh dengan baik di dataran rendah, sedang, dan tinggi. Tujuan penelitian adalah menganalisis pengaruh ketinggian tempat terhadap aktivitas antioksidan, kandungan fenolik, dan flavonoid pada teh varietas GMB 7. Penelitian dilakukan di Laboratorium Biofarmaka Institut Pertanian Bogor, mulai November 2014 sampai Februari 2015. Perlakuan yang diuji adalah ekstrak pucuk teh yang diambil dari tiga ketinggian tempat di perkebunan teh PT Tambi, Wonosobo, yaitu 690, 1280, dan 1890 m dpl. Serbuk pucuk teh sebanyak 100 g ditambahkan akuades dengan perbandingan 1:10, diekstraksi dengan air panas (90°C; 30 menit). Ekstrak disaring dan filtratnya dikeringkan menggunakan *rotary vacuum evaporator* (50 rpm; 60°C) sampai diperoleh ekstrak kasar kering. Fenolik total diuji dengan metode Follin-Ciocalteu pada panjang gelombang 765 nm, sedangkan flavonoid total diuji menggunakan metode AlCl_3 pada panjang gelombang 510 nm. Aktivitas antioksidan ditentukan dengan metode *diphenylpicrylhydrazyl* (DPPH) pada panjang gelombang 517 nm. Hasil penelitian menunjukkan nilai fenolik dan flavonoid total, serta nilai IC_{50} GMB 7 pada ketinggian 690 m dpl lebih tinggi dibandingkan pada ketinggian 1.280 dan 1.890 m dpl, masing-masing sebesar 290,62 GAE mg/g ekstrak, 125 CE mg/g ekstrak, dan 5,48 ppm. Kandungan fenolik dan flavonoid total berkorelasi sangat nyata dengan aktivitas antioksidan (IC_{50}).

Kata kunci: Teh, GMB 7, antioksidan, fenolik, flavonoid

ABSTRACT

GMB 7 is a tea variety which has high productivity and a potential source of natural antioxidants, grow well at low, medium, and high altitude. The research aimed to analyze the effect of altitude on antioxidant activity, total phenolic and total flavonoids content of GMB 7 tea variety. The research was conducted at the Biopharmacy Laboratory, Bogor Agricultural University, from November 2014 to February 2015. The treatments tested were of tea shoots extracts taken from three different altitudes at PT Tambi tea plantations, Wonosobo, at 690, 1.280, and 1.890 m above sea level. The tea shoots (100 g) were mixed in aquades with the ratio of 1:10, extracted with hot water (90°C; 30 minutes). The extracts were then filtered and evaporated using *rotary vacuum evaporator* (50 rpm; 60°C) to obtain a raw dried extract. Total phenolic was tested with Follin-Ciocalteu method at a wavelength of 765 nm while the total flavonoids was tested using AlCl_3 method at a wavelength of 510 nm. The antioxidant activity was determined by *diphenylpicrylhydrazyl* method (DPPH) at a wavelength of 517 nm. The results showed that total phenolics, total flavonoids, and IC_{50} at an altitude of 690 m asl is higher compared to those at 1.280, and 1.890 m above sea level, respectively by 19%; 290.62 GAE mg/g extract, 125 CE mg/g extract, and 5.48 ppm. The total phenolic and flavonoid content significantly correlated with the antioxidant activity (IC_{50}).

Keywords: Tea, GMB 7, antioxidant, phenolic, flavonoids

PENDAHULUAN

Senyawa antioksidan dapat diperoleh dari bahan-bahan alami maupun sintetis. Antioksidan sintetis seperti butil hidroksi anisol (BHA), butil hidroksi toluen (BHT), propil galat (PG) dan tetrabutyl hidroquinon (TBHQ) dapat meningkatkan risiko karsinogenesis (Amarowicz, Nacz, & Shahidi, 2000). Adanya efek samping yang ditimbulkan antioksidan sintetis mendorong pemanfaatan antioksidan alami. Antioksidan alami dapat diperoleh dari bagian-bagian tertentu tumbuhan, seperti akar, buah, daun, kulit, dan lainnya.

Teh (*Camellia sinensis* L. Kuntze) merupakan salah satu tanaman yang memiliki potensi sebagai sumber antioksidan. Daun teh mengandung lebih dari 700 senyawa kimia, seperti flavanoid, asam amino, vitamin (B, C, E, dan K), kafein, polisakarida (Mondal *et al.*, 2004), katekin (Perva-Uzunalic *et al.*, 2006). Senyawa flavonoid berfungsi sebagai antioksidan untuk melindungi tubuh dari serangan radikal bebas (Rohdiana, 2001; Kohlmünzer, 2003; Cai, Luo, Sun, & Corke, 2004; Hara, 2006). Senyawa-senyawa yang terkandung dalam tanaman teh tersebut memiliki bioaktivitas seperti anti kanker, penuaan, peradangan, bakteri, dan jamur (Yang, Lambert, Ju, Lu, & Sang, 2006; Friedman, 2007).

Tanaman teh yang diusahakan di Indonesia sebagian besar adalah hibrida alami antara teh assam dan sinensis dengan kecenderungan bertipe assam. GMB 7 merupakan varietas assamica hasil persilangan Mal 2 × PS 1 yang banyak ditanam karena produktivitasnya tinggi (5,80 ton/ha/tahun), agak tahan terhadap cacar daun, dan tumbuh baik pada dataran rendah, sedang, dan tinggi (Direktorat Jenderal Perkebunan, 1998). Perbedaan ketinggian tempat mempengaruhi pertumbuhan, hasil, dan kualitas teh.

Kualitas teh ditentukan oleh kandungan metabolit sekunder, antara lain katekin, kafein, flavonol, theaflavin, dan thearubigin. Penelitian pengaruh ketinggian tempat terhadap kandungan metabolit sekunder tanaman teh telah dilaporkan oleh Owuor, Obaga, & Othieno (1990), Bhattacharya & Sen-Mandi (2011), Mitrowihardjo, Woerjono, Hari, & Prapto (2012), Shyam Choudhury & Sen Mandi (2012), Mustafi, Siddhanta, & Shyam Choudhury (2014). Tetapi khusus untuk penelitian kadar fenolik, flavonoid, dan antioksidan varietas GMB 7 pada beberapa ketinggian tempat belum dilakukan. Penelitian bertujuan menganalisis pengaruh ketinggian tempat terhadap aktivitas antioksidan, kandungan fenolik, dan flavonoid pada teh varietas GMB 7.

BAHAN DAN METODE

Penelitian dilakukan pada bulan November 2014 sampai Februari 2015 di Laboratorium Biofarmaka Institut Pertanian Bogor. Bahan yang digunakan adalah pucuk teh dengan 3 daun muda di bawahnya (P+3) dari varietas GMB 7. Sampel pucuk teh diperoleh dari perkebunan teh PT Tambi Wonosobo, Jawa Tengah pada tiga ketinggian tempat yang berbeda, yaitu 690, 1.280, dan 1.890 m dpl.

Preparasi dan Ekstraksi Daun Teh

Sampel pucuk teh (P+3) sebanyak 3 kg diambil dari masing-masing ketinggian tempat (690, 1.280, dan 1.890 m dpl) secara serentak 46 hari setelah pemetikan pertama, selanjutnya dikeringkan di bawah sinar matahari hingga kadar air kurang dari 10%. Sampel yang sudah kering digiling hingga berbentuk serbuk berukuran 100 mesh. Serbuk pucuk teh sebanyak 100 g ditambah akuades dengan perbandingan 1:10, kemudian diekstraksi dengan air panas (90°C; 30 menit). Selanjutnya, ekstrak disaring dan filtratnya dikeringkan menggunakan *rotary vacuum evaporator* (50 rpm; 60°C) hingga diperoleh ekstrak kasar kering (Maydina, 2012). Rendemen dihitung dengan membandingkan berat ekstrak dengan berat bahan dikalikan 100%.

Analisis Kadar Air

Analisis kadar air simplisia dimulai dengan mengeringkan 2 buah cawan porselen dalam oven (105°C; 10 menit). Selanjutnya, cawan diletakkan ke dalam desikator selama 15 menit dan dibiarkan dingin, kemudian ditimbang. Cawan tersebut ditimbang kembali hingga beratnya konstan. Sebanyak 5 g sampel simplisia dimasukkan ke dalam cawan dan dioven (105°C; 3 jam). Cawan dimasukkan ke dalam desikator dan dibiarkan sampai dingin, kemudian ditimbang (World Health Organization, 1998). Kadar air dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{bobot sampel awal (g)} - \text{bobot sampel akhir (g)}}{\text{bobot sampel awal (g)}} \times 100\%$$

Penentuan Kandungan Fenolik Total

Penentuan kandungan fenolik total mengacu pada Javanmardi, Stushnoff, Locke, & Vivanco (2003). Sebanyak 0,2 mL ekstrak pucuk teh dengan konsentrasi 100 mg/L dicampur dengan 2,5 mL reagen *Folin-Ciocalteu* 10% dan 2 mL Na₂CO₃ dengan konsentrasi 7,5%, lalu diinkubasi (45°C; 15 menit). Absorban larutan diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 765 nm. Fenolik total ekstrak pucuk

teh dinyatakan sebagai miligram (mg) asam galat ekuivalen per gram bobot ekstrak kering (GAE mg/g ekstrak pucuk teh). Sebagai standar digunakan asam galat pada berbagai konsentrasi (0, 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70, dan 80 mg/L).

Penentuan Kandungan Flavonoid Total

Kandungan flavonoid total ditentukan menurut Jiang *et al.* (2009). Sebanyak 0,5 mL ekstrak pucuk teh (1.000 mg/L) dilarutkan ke dalam labu erlenmeyer yang berisi 5 mL akuades untuk direaksikan dengan 0,3 mL NaNO₂ 5%. Setelah lima menit reaksi, ditambahkan 0,6 mL AlCl₃ 10%. Enam menit kemudian ditambahkan 2 mL NaOH 1 M. Absorban larutan diukur pada panjang gelombang 510 nm. Flavonoid total dinyatakan sebagai milligram (mg) katekin ekuivalen per gram ekstrak kering (CE mg/g ekstrak pucuk teh). Sebagai standar digunakan katekin pada berbagai konsentrasi (0, 20, 40, 60, 80, 100, 120, dan 140 mg/L).

Uji Antioksidan dengan Metode DPPH

Aktivitas antioksidan ditentukan dengan metode *diphenylpicrylhydrazyl* (DPPH) (Yuslinda, Mukhtar, & Khairunnisa, 2012) dengan modifikasi konsentrasi dan volume sampel. Sebanyak 2 mL larutan sampel dengan konsentrasi 0; 2,5; 5; 7,5; 10; 12,5; dan 15 mg/L dimasukkan ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambah 2 mL larutan DPPH 0,004% dalam metanol. Campuran larutan dihomogenkan dan serapan diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm (Molyneux, 2004). Pengujian dilakukan sebanyak tiga kali untuk masing-masing konsentrasi larutan sampel. Larutan standar yang digunakan adalah vitamin C dengan konsentrasi 0, 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 mg/L. Pengujian juga dilakukan terhadap blanko. Nilai absorban yang diperoleh selanjutnya digunakan untuk mendapatkan persentase penangkapan radikal bebas dan persamaan regresi $Y = a + b \ln x$. Nilai IC₅₀ dihitung menggunakan rumus persamaan regresi tersebut. Nilai IC₅₀ paling rendah menunjukkan aktivitas antioksidan paling tinggi. Aktivitas persentase penangkapan radikal DPPH (%) dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Absorbansi blanko} - \text{Absorbansi sampel}}{\text{Absorbansi blanko}} \times 100\%$$

Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh ketinggian tempat terhadap kandungan fenolik dan flavonoid total serta aktivitas antioksidan ekstrak pucuk teh dilakukan analisis ragam satu arah dan dilanjutkan dengan uji jarak berganda Duncan pada taraf 5%. Hubungan antara

aktivitas antioksidan dengan kandungan fenolik dan flavonoid total dinyatakan dengan persamaan regresi linier. Analisis dilakukan dengan bantuan program SAS versi 9.0.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air dan Rendemen Ekstrak Pucuk Teh

Pada Tabel 1 terlihat bahwa kadar air yang diperoleh sebesar 4,13%–8,50% atau sesuai dengan standar Farmakope Herbal Indonesia, yaitu < 10% (Dinas Kesehatan, 2008). Dengan demikian, keamanan dan kondisi bahan aktif pada simplisia pucuk teh tersebut dapat dipertahankan dalam waktu yang lama. Pengukuran kadar air simplisia dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui keberhasilan dari pengerjaan simplisia, sebagai faktor koreksi rendemen, dan juga keamanan dari masa simpan simplisia.

Tabel 1. Kadar air simplisia dan rendemen ekstrak pucuk teh pada ketinggian tempat yang berbeda

Table 1. Water content and yield of tea shoots extract at different altitudes

Ketinggian tempat (m dpl)	Kadar air simplisia (%)	Rendemen ekstrak (%)
690	6,79	19,00 a
1.280	8,50	15,00 b
1.890	4,13	14,00 b

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

Notes : Numbers followed by the same letters are not significantly different according to Duncan test at 5% levels

Hasil pengukuran rendemen ekstrak pucuk teh pada ketinggian 690 m dpl nyata lebih tinggi (19,00%) dibandingkan dengan ketinggian 1.280 dan 1.890 m dpl (Tabel 1). Hal ini menunjukkan bahwa komponen kimia yang terdapat pada pucuk teh lebih banyak pada ketinggian 690 m dpl. Perbedaan rendemen disebabkan oleh kandungan senyawa bioaktif pada sampel dan menunjukkan kadar metabolit sekunder yang terbawa oleh pelarut (Ukieyanna, 2012). Nilai rendemen dapat digunakan untuk memperkirakan banyaknya senyawa bioaktif yang terdapat di dalam rendemen, tetapi tidak dapat digunakan untuk menentukan jenisnya.

Hasil pengukuran rendemen pada penelitian ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan menggunakan ekstrak metanol yang hanya sebesar 11,27% (Yulia, 2006). Adanya perbedaan rendemen diduga disebabkan oleh pemanasan atau suhu sehingga akan berpengaruh terhadap kelarutan ekstrak (Pambayun, Gardjito, Sudarmadji, & Kuswanto, 2007). Informasi ini dapat

digunakan untuk pemilihan pelarut yang tepat saat ekstraksi metabolit sekunder yang diharapkan (Kresnawaty & Zainuddin, 2009).

Kandungan Fenolik Total

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa ketinggian tempat berpengaruh nyata terhadap kandungan fenolik total. Pada Tabel 2 terlihat bahwa ekstrak pucuk teh varietas GMB 7 pada ketinggian 690 m dpl mempunyai kandungan fenolik total sebesar 290,62 GAE mg/g, nyata lebih tinggi dibandingkan dengan ketinggian 1.280 dan 1.890 m dpl. Hal ini disebabkan adanya hubungan antara suhu dan kandungan fenolik total. Meningkatnya suhu menyebabkan peningkatan kandungan fenolik sampai pada suhu tertentu kemudian menurun seiring dengan peningkatan suhu yang lebih tinggi (Liyana & Shahidi, 2005).

Tabel 2. Kandungan fenolik total ekstrak pucuk teh pada ketinggian tempat yang berbeda

Table 2. The total phenolic content of tea shoots extract at different altitudes

Ketinggian tempat (m dpl)	Kadar fenolik total (GAE mg/g)
690	290,62 ± 0,58 a
1.280	200,05 ± 0,57 b
1.890	151,56 ± 0,25 c

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

Notes : Numbers followed by the same letters are not significantly different according to Duncan test at 5% levels

Konsentrasi Flavonoid Total

Kandungan flavonoid dipengaruhi kondisi lingkungan, antara lain suhu, kelembapan, intensitas cahaya, sinar ultraviolet, hara, ketersediaan air, dan kadar CO₂ dalam atmosfer (Darusman, Heryanto, Rafi, Rohaeti, & Wahyuningrum, 2011). Kondisi lingkungan tersebut dipengaruhi oleh ketinggian tempat. Hasil penelitian menunjukkan pada ketinggian tempat yang lebih tinggi kandungan flavonoidnya rendah. Kandungan flavonoid total ekstrak pucuk teh varietas GMB 7 pada ketinggian 1.890 m dpl nyata lebih rendah dibandingkan dengan ketinggian 1.280 dan 690 m dpl, masing-masing sebesar 125,00; 56,67; dan 48,33 mg/g (Tabel 3).

Flavonoid adalah golongan senyawa fenolik yang mempunyai struktur C₆–C₃–C₆ dan memiliki pola oksidasi pada fragmen C₃ berupa cincin oksigen heterosiklik dan glikosilasi (Daniel, 2006). Senyawa flavonoid yang dominan pada tanaman teh adalah katekin dan flavonol (Mazza & Oomar, 1998) yang memiliki aktivitas antioksidan lebih kuat dari senyawa

flavonoid lainnya (Nijveldt *et al.*, 2001). Flavonoid dapat menghambat pertumbuhan sel kanker melalui penghambatan daur sel, pemecuan apoptosis, penghambatan angiogenesis, antiproliferatif, atau kombinasi dari beberapa mekanisme tersebut (Ren *et al.*, 2003). Flavonoid dapat berperan sebagai antioksidan dengan menangkap radikal bebas melalui pemberian atom hidrogen.

Tabel 3. Kandungan flavonoid total ekstrak pucuk teh pada ketinggian tempat yang berbeda

Table 3. The total flavonoids content of tea shoots extract at different altitudes

Ketinggian tempat (m dpl)	Kadar flavonoid (CE mg/g)
690	125,00±0,28 a
1.280	56,67±0,05 b
1.890	48,33±0,08 c

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

Notes : Numbers followed by the same letters are not significantly different according to Duncan test at 5% levels

Tabel 4. Antioksidan ekstrak pucuk teh pada ketinggian tempat yang berbeda

Table 4. The antioxidant activities of tea shoots extract at different altitudes

Ketinggian tempat (m dpl)	Kadar antioksidan (GAE mg/g)
690	5,48 ± 0,01 c
1.280	5,65 ± 0,05 b
1.890	6,60 ± 0,11 a
Vitamin C	8,16 ± 0,03

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

Notes : Numbers followed by the same letters are not significantly different according to Duncan test at 5% levels

Aktivitas Antioksidan Pucuk Teh pada Tiga Ketinggian Tempat

Ketinggian tempat berpengaruh nyata terhadap aktivitas antioksidan ekstrak daun teh GMB 7. Nilai IC₅₀ pada ketinggian 690, 1.280, dan 1.890 m dpl berturut-turut sebesar 5,48; 5,65; dan 6,60 ppm, sedangkan vitamin C sebesar 8,16 ppm (Tabel 4). Semakin kecil nilai IC₅₀ berarti semakin besar aktivitas antioksidannya. Nilai IC₅₀ ekstrak daun teh lebih rendah dibandingkan dengan vitamin C, artinya bahwa potensi antioksidan ekstrak daun teh GMB 7 lebih tinggi dibandingkan

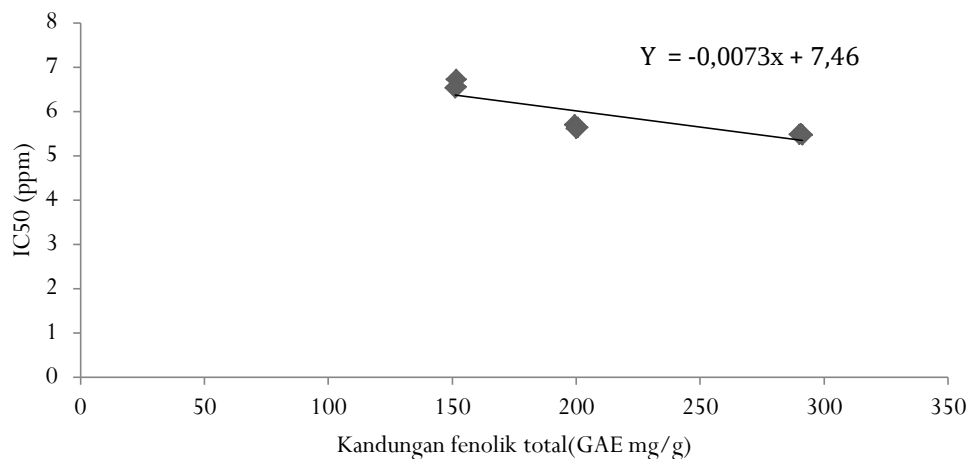
dengan vitamin C. Nilai IC_{50} yang semakin kecil menunjukkan kemampuan antioksidan yang semakin tinggi dalam menangkal radikal bebas (Molyneux, 2004). Berdasarkan hasil perhitungan, nilai IC_{50} terendah ditunjukkan oleh sampel teh varietas GMB 7 yang ditanam pada ketinggian 690 m dpl dengan nilai IC_{50} sebesar 5,48 ppm, berbeda nyata dengan ketinggian 1.280 dan 1.890 m dpl.

Hubungan antara Kandungan Fenolik dan Flavonoid Total dengan Aktivitas Antioksidan

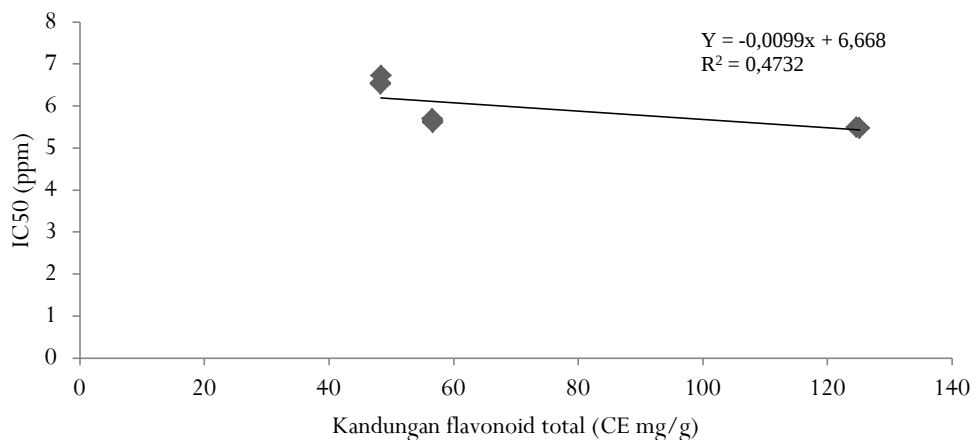
Aktivitas antioksidan bahan alam dipengaruhi oleh kadar fenolik dan flavonoid yang dikandungnya. Senyawa fenolik mengandung gugus benzena yang mengalami hidroksilasi, sedangkan senyawa flavonoid mempunyai gugus fenol lebih kompleks dengan derajat hidroksilasi yang lebih tinggi. Keberadaan gugus hidroksil pada senyawa fenol dan flavonoid

menimbulkan aktivitas antioksidan. Hal ini disebabkan atom oksigen pada gugus hidroksil mempunyai pasangan elektron bebas yang cukup untuk menghambat reaktivitas atom reaktif penyusun senyawa radikal bebas (Manitto, 1980).

Hubungan kandungan fenolik total dengan aktivitas antioksidan disajikan pada Gambar 1. Hasil analisis regresi menunjukkan adanya hubungan linier yang nyata antara kandungan fenolik total daun teh dengan aktivitas antioksidan. Hasil ini sejalan dengan beberapa penelitian yang dilaporkan oleh Sanchez *et al.* (2007); Anesini, Ferraro, & Filip (2008); El-Haitum *et al.* (2008); Jagdish, Upadhyay, Singh, & Rai (2009); Mello & Quadros (2014). Semakin meningkat kandungan fenolik total maka semakin menurun nilai IC_{50} atau semakin meningkat aktivitas antioksidannya.



Gambar 1. Hubungan antara kandungan fenolik total dengan aktivitas antioksidan (IC_{50})
Figure 1. The relationship between total phenolic content with antioxidant activity (IC_{50})



Gambar 2. Hubungan antara kandungan flavonoid total dengan aktivitas antioksidan (IC_{50})

Figure 2. Relationship between total flavonoid content with antioxidant activity (IC_{50})

Hubungan linier yang nyata juga ditunjukkan antara kandungan flavonoid total dengan nilai aktivitas antioksidan (IC_{50}), yaitu nilai R^2 sebesar 0,4732 (Gambar 2). Semakin meningkat kandungan flavonoid total maka nilai IC_{50} semakin turun atau semakin meningkat aktivitas antioksidannya.

KESIMPULAN

Ketinggian tempat nyata berpengaruh terhadap kandungan fenolik dan flavonoid total, serta aktivitas antioksidan ekstrak pucuk teh varietas GMB 7. Nilai kandungan fenolik dan flavonoid total, serta aktivitas antioksidan yang tertinggi diperoleh pada ketinggian 690 m dpl, masing-masing sebesar 290,62 GAE mg/g ekstrak, 125 CE mg/g ekstrak, dan 5,48 ppm. Aktivitas antioksidan ekstrak pucuk teh GMB 7 lebih tinggi dibandingkan vitamin C. Kandungan fenolik dan flavonoid total berbanding lurus dengan aktivitas antioksidan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada PT. Tambi Wonosobo Jawa Tengah yang telah memberikan izin dan menyediakan materi untuk kegiatan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Amarowicz, R., Naczki, M., & Shahidi, F. (2000). Antioxidant activity of crude tanin of canola and rapeseed hulls. *JAOACS*, 77(9), 957–961.
- Anesini, C., Ferraro, G.E., & Filip, R. (2008). Total polyphenol content and antioxidant capacity of commercially available tea (*Camellia sinensis*) in Argentina. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 56(19), 9225–9229.
- Bhattacharya, S., & Sen-Mandi, S. (2011). Variation in antioxidant and aroma compounds at different altitude: A study on tea (*Camellia sinensis* L. Kuntze) clones of Darjeeling and Assam, India. *African Journal of Biochemistry Research*, 5(5), 148–159.
- Cai Y., Luo, Q., Sun, M., & Corke, H. (2004). Antioxidant activity and phenolic compounds of 112 traditional Chinese medicinal plants associated with anticancer. *Life Sci.*, 74, 2157–2184.
- Daniel, M. (2006). *Medical plants: Chemistry and properties*. Enfield (US): Science Publishers.
- Darusman, L.K., Heryanto, L., Rafi, M., Rohaeti, E., & Wahyuningrum, A. (2011). Prediksi kadar flavonoid total tempuyung (*Sonchus arvensis* L.) menggunakan kombinasi spektroskopi IR dengan regresi kuadrat terkecil parsial. *Jurnal kimia*, 5, 101–108.
- Departemen Kesehatan. (2008). *Farmakope herbal Indonesia*. Jakarta: Departemen Kesehatan RI.
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (1998). *SK Menteri Kehutanan dan Perkebunan No. 684.a/Kpts-IX/98 tentang pelepasan teh MPS 7 sebagai varietas unggul dengan nama GMB 7*. Jakarta: Direktorat Jenderal Perkebunan, Departemen Kehutanan dan Perkebunan.
- El-Haitum, A., Amrani, S.M., Gougoulas, N., Daioudi, Z., Mosheva, L., & Masheva, N. (2008). Comparative study on the antioxidant efficiency of polyphenols in red wines from different ecological regions. *Oxidation Communications*, 31(3), 527–536.
- Friedman, M. (2007). Overview of antibacterial, antitoxin, antiviral, and antifungal activities of tea flavonoids and teas. *Molecular Nutrition & Food Research*, 51, 116–134.
- Hara Y. (1999). Tea in Japan. In Jain, N.K. (Ed.), *Global advances in tea science* (pp. 89–102). New Delhi: Aravali Book International (P) Ltd.
- Hara, Y. (2006). Prophylactic functions of tea catechins. In Jain, W. K., Siddiqi, M. A., & Weisburger, J. H. (Eds.), *Protective effects of tea on human health* (pp. 16–24). Wallingford: CABI Publishing. doi: 10.1079/9781845931124.0016
- Jagdish, S., Upadhyay, A.K., Singh, S., & Rai, M. (2009). Total phenolics content of free radical scavenging activity of brassica vegetables. *Journal of Food Science and Technology*, 46(6), 595–597.
- Javanmardi, J., Stushnoff, C., Locke, E., & Vivanco, J. M. (2003). Antioxidant activity and total phenolic content of Iranian *Ocimum* accessions. *J. Food Chem.*, 83(4), 547–550.
- Jiang, S.H., Chang-Lu Wang, Zhi-Qiang Chen, Mian-Hua Chen, Yu-Rong Wang, Chang-Jin Liu, Qing-Li Zhou, & Zhen-Jing Li. (2009). Antioxidant properties of the extract and subfractions from old leaves of *Toona sinensis* Roem (Meliaceae). *J. Food Biochem.*, 33(3), 425–441.
- Jun, M.H.Y., Yu, J., Fong, X., Wan, C.S., Yang, C.T., & Ho. (2003). Comparison of antioxidant activities of isoflavones from kudzu root (*Pueraria labata* Ohwl). *J Food Sci.*, 68(2), 2117–2122.
- Kohlmunzer, S. (2003). *Farmakognozja*. 5th ed, PZWL, Warszawa. (pp. 475, 550–555, 577–579, in Polish).

- Kresnawaty, I., & Zainuddin, A. (2009). Aktivitas antioksidan dan antibakteri dari derivat metil ekstrak etanol daun gambir (*Uncaria gambir*). *Jurnal Littri*, 15(4), 145–151.
- Liyana, P.C., & Shahidi, F. (2005). Optimization of extraction of phenolic compounds from wheat using response surface methodology. *Food Chemistry*, 93, 47–56.
- Manitto, P. (1981). *Biosynthesis of natural products*. Ellis Horwood Ltd., Publishers.
- Martono, Y. (2012). *Penetapan kadar asam galat, kafein, dan epigallocatekin galat pada berbagai produk teh celup*. Jakarta: Universitas Kristen Satya Wacana.
- Maydina, R. (2012). *Karakterisasi dan aktivitas antioksidan nanopartikel ekstrak kulit kayu mahoni (Swietenia macrophylla King.) tersulut kitosan* (Skripsi, Institut Pertanian Bogor, Bogor).
- Mazza, G., & Oomar, B.D. (1998). *Herbs, botanicals, and teas*. Boca Ranton: CRC Press.
- Mello, L.D., & Quadros, G.P. (2014). Correlation between antioxidant activity and total phenolic content with physicochemical parameters of blended extracts of *Camellia sinensis*. *Acta Scientiarum*, 36(1), 97–103.
- Mitrowihardjo, S., Woerjono, M., Hari, H., & Prapto, Y. (2012). Kandungan katekin dan kualitas (warna air seduhan, flavor, kenampakan) enam klon teh (*Camellia sinensis* (L.) Kuntze) di ketinggian tempat yang berbeda. *Agritech*, 32(2), 199–206.
- Mohamed, M.T.Z., & Zoysa. (2006). *Current status and future research focus of tea in Sri Lanka*. Srilanka: Tea Research Institute of Srilanka.
- Molyneux, P. (2004). The use of stable radical diphenylpicryl-hydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. *Songklanakarin Journal of Science Technology*, 26(2), 211–219.
- Mondal, T.K., Bhattacharya, S., Laxmikumaran, M., & Ahuja, P.S. (2004). Recent advances of tea (*Camellia sinensis*) biotechnology. *Plant Cell, Tissue, and Organ Culture*, 76, 195–254.
- Mustafi, P., Siddhanta, R., & Shyam Choudhury, S. (2014). Altitude related variation of antioxidant properties of tea leaf (*Camellia sinensis*). *Research & Reviews: Journal of Microbiology and Virology*, 4(2), 1–6.
- Nijveldt, R.J., van Nood, E., van Hoorn, D.E.C., Boelens, P.G., van Norren, K., & van Leeuwen, P.A.M. (2001). Flavonoids: A review of probable mechanisms of action and potential applications. *Am J Clin Nutr*, 74, 418–25.
- Owuor, P.O., Obaga, S.O., & Othieno, C.O. (1990). The effects of altitude on the chemical composition of black tea. *J. Sci. Food Agric.*, 50(1), 9–17.
- Pambayun, R., Gardjito, M., Sudarmadji, S., & Kuswanto, K. R.. (2007). Kandungan fenol dan sifat antibakteri dari berbagai jenis ekstrak produk gambir (*Uncaria gambir* Roxb). *Majalah Farmasi Indonesia*, 18(3), 141–146.
- Perva-Uzunalic, A., Skerget, M., Knez, Z., Weinreich, B., Otto, F., & Gruner, S. (2006). Extraction of active ingredients of green tea (*Camellia sinensis*): Extraction efficiency of major catechins and caffeine. *Food Chemistry*, 96, 597–605.
- Ren, W., Qiao, Z., Wang, H., Zhu, L., & Zhang, L. (2003). Flavonoids: Promising anticancer agents. *Medical Research Review*, 23(4), 519–534.
- Rohdiana, D. (2001). Aktivitas daya tangkap radikal polifenol dalam daun teh. *Majalah Jurnal Indonesia*, 12(1), 53–58.
- Sanchez, C.S., Gonzalez, A.M.T., Garciaparrilha, M.C., Granadon, J.J.Q., De La Serrana, H.L.G., & Martinez, M.C.L. (2007). Different radical scavenging tests in virgin olive oil and their relation of the total phenol content. *Analytica Chimica Acta*, 593(1), 103–107.
- Shyam Choudhury, S., & Sen Mandi, S. (2012). Natural ultraviolet irradiance related variation in antioxidant and aroma compounds in tea (*Camellia sinensis* L. Kuntze) plants grown in two different altitudes. *Int. J. Environment. Biol.*, 2(1), 1–6.
- Sriyadi, B. (2012). Seleksi klon teh assamica unggul berpotensi hasil dan kadar katekin tinggi. *Jurnal Penelitian Teh dan Kina*, 15(1), 1–10.
- Ukieyanna, E. (2012). *Aktivitas antioksidan, kadar fenolik, dan flavonoid total tumbuhan suruhan (Peperomia pellucida L.Kunth)* (Skripsi, Institut Pertanian Bogor, Bogor).
- World Health Organization. (1998). *Quality control method for medicinal plant material*. Geneva: World Health Organization.
- Yang, C.S., Lambert, J.D., Ju, J., Lu, G., & Sang, S. (2006). Tea and cancer prevention: Molecular mechanisms and human relevance. *Toxicology and Applied Pharmacology*. doi: 10.1016/j.taap.2006.11.024
- Yulia, R. (2006). *Kandungan tanin dan potensi anti Streptococcus mutans daun teh var. assamica pada berbagai tahap pengolahan* (Skripsi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor).
- Yuslinda, E., Mukhtar, H., & Khairunnisa. (2012). Penentuan aktivitas antioksidan dari beberapa ekstrak sayur-sayuran segar dan dikukus dengan metode DPPH. *J. Scientia*, 2(1), 1–5.

