

Pembuatan Kopi dari Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca* Linn) dan Aktivitas Antioksidannya

*Making Coffee from Kepok Banana Peel (*Musa paradisiaca* Linn) and it's Antioxidant Activity*

Allikha Bias Mentari^{1*}, Siti Nur Kholisoh¹, Taufik Nor Hidayat¹, Umar Hafidz Asy'ari Hasbullah^{1*}

¹Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

*Penulis korespondensi, email: alikhamentari@gmail.com; umarhafidzah@gmail.com

ABSTRACT

Processing coffee from kepok banana peel is an option in diversifying food preparations and providing non-caffeine coffee. This study aims to study the characteristics of banana peel coffee based on fruit maturity and oven duration. In addition, it also analyzes total phenol and its antioxidant activity. The study design used a factorial randomized design with the first factor of fruit maturity (unripe and ripe) and the second factor of oven length (5, 10, and 15 minutes). Banana skin coffee has a yield ranging from 8.6 to 11.6%. Bulk density ranges from 0.43-0.48g/ml. Water content ranges from 3.9-6.39%. Ash content ranges from 0.92-6.79%. The content of phenol ranges from 0.6 to 2.46 mg PE/g. The coffee phenol content of ripe banana peel is larger than unripe. The longer oven increases the phenol content. IC_{50} and EC_{50} decrease with increasing phenol. The antioxidant activity of ripe banana peel coffee is larger than unripe.

Keywords: *Banana peel coffee; Antioxidant; DPPH; IC_{50} ; Phenol*

ABSTRAK

Pengolahan kopi dari kulit pisang kepok menjadi pilihan dalam diversifikasi olahan pangan dan menyediakan kopi non kafein. Penelitian ini bertujuan mempelajari karakteristik kopi kulit pisang berdasarkan tingkat kemasakan buah dan lama pengovenan. Selain itu juga menganalisis total fenol dan aktivitas antioksidannya. Desain penelitian menggunakan rancangan acak faktorial dengan faktor pertama tingkat kemasakan buah (mentah dan matang) dan faktor kedua lama pengovenan (5, 10, dan 15 menit). Kopi kulit pisang memiliki rendemen berkisar 8,6-11,6%. Bulk density berkisar 0,43-0,48g/ml. Kadar air berkisar 3,9-6,39%. Kadar abu berkisar 0,92-6,79%. Kandungan fenol berkisar 0,6-2,46 mg PE/g. Kandungan fenol kopi kulit pisang matang lebih besar dari yang mentah. Semakin lama pengovenan meningkatkan kandungan fenol. IC_{50} dan EC_{50} semakin menurun seiring dengan meningkatnya fenol. Aktivitas antioksidan kopi kulit pisang matang lebih besar dari yang mentah.

Kata kunci: *Kopi kulit pisang; Antioksidan; DPPH; IC_{50} ; Fenol*

PENDAHULUAN

Tanaman pisang tumbuh subur di Indonesia dan bisa dipanen sepanjang musim. Produksi pisang di Indonesia hingga tahun 2017 mencapai 7 juta ton dari luas panen 89 ribu hektar lahan dan produktivitas 80 ton per hektar (BPS, 2018). Rendemen kulit pisang

berkisar 39% dari buah (González-Montelongo et al., 2010). Sehingga jumlah kulit pisang diestimasikan sebanyak 2,7 juta ton. Pisang kepok merupakan varietas yang sangat banyak tumbuh dan dibudidayakan di Indonesia karena penggunaannya yang luas. Pisang kepok banyak digunakan untuk tepung, buah makan, sale, dan keripik (BPS, 2018). Namun kulitnya belum dioptimalkan menjadi produk pangan. Hal ini menjadi suatu tantangan untuk memanfaatkannya menjadi produk pangan yang lebih bermanfaat.

Salah satu produk yang bisa dikembangkan dari kulit pisang kepok yaitu mengolahnya menjadi kopi. Kulit pisang mengandung karbohidrat, gula reduksi, gula non reduksi, protein, asam organik, lemak (Aboul-Enein et al., 2016). Seluruh senyawa tersebut akan menjadi prekursor flavor dalam pembuatan kopi kulit pisang. Reaksi yang dimungkinkan terjadi pada suhu tinggi diatas 150 °C antara lain reaksi Maillard, karamelisasi, oksidasi dan pirolisis (Ludwig et al., 2013; Lee et al., 2017; Liu et al., 2019). Reaksi ini dapat menghasilkan senyawa antioksidan sehingga kopi yang dihasilkan akan mengandung senyawa antioksidan. Selain itu dalam kulit pisang juga telah mengandung senyawa antioksidan seperti fenol, flavonoid dan tanin (Aboul-Enein et al., 2016).

Antioksidan sangat dibutuhkan dalam konsumsi harian. Hal ini berkaitan dengan semakin meningkatnya penyakit degeneratif akibat oksidasi pada sel (Proniewski et al., 2019). Penyakit kanker dapat terjadi karena banyaknya radikal bebas yang merusak sel dalam tubuh (Zhong et al., 2019; Abudawood et al., 2019; Barnes et al., 2019). Begitu juga oksidasi pada LDL dapat menyebabkan terjadinya stroke dan penyakit jantung (Lara-Cuzman et al., 2018; Zhong et al., 2019). Kopi kulit pisang dapat menjadi pilihan untuk meningkatkan *dietary antioxidant intake*.

Pembuatan kopi sangat dipengaruhi oleh lamanya interaksi bahan dengan suhu tinggi sehingga akan terjadi reaksi kimia yang membentuk cita rasa. Selain itu buah pisang yang dapat digunakan dari pisang mentah dan pisang matang. Tingkat kematangan buah akan membuat perbedaan kandungan senyawa kimia prekursor reaksi kimia seperti reaksi Maillard dan karamelisasi. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis karakteristik kopi kulit pisang dan kandungan senyawa antioksidan serta aktivitas antioksidannya.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan yaitu kulit pisang kepok mentah dan matang yang diperoleh dari daerah Karangawen, Demak, Jawa Tengah. Bahan analisis yaitu phenol standar (Sigma), DPPH (Merck), metanol (Sigma), aquades, Folin Ciocalteu (Sigma), Na₂CO₃ (Merck).

Peralatan yang digunakan yaitu kabinet dryer, oven (Memmert), timbangan analitik, spektrofotometer UV-Vis (Spectroquant Proove 300, Merck), ayakan 60 mesh, blender kering, vortex, seperangkat alat uji sensoris, peralatan gelas.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak faktorial dengan 2 faktor. Faktor pertama tingkat kematangan yaitu mentah dan matang. Faktor kedua lama pengovenan yaitu 5, 10 dan 15 menit. Setiap perlakuan diulang 3 kali.

Preparasi Kulit Pisang

Kulit pisang kepok dipisahkan dari bagian daging buah. Kemudian dikecilkan ukurannya dan dihamparkan dalam loyang. Selanjutnya dikeringkan dalam cabinet dryer pada suhu 60 °C selama 24 jam. Sampel kering kemudian disimpan dalam plastik kedap udara hingga tahap perlakuan pengovenan.

Pembuatan Kopi Kulit Pisang

Kulit pisang kering kemudian di oven dengan perlakuan lama pengovenan 5, 10, dan 15 menit pada suhu oven 180°C. Sampel kemudian dihaluskan dengan blender kering. Selanjutnya diayak dengan saringan 60 mesh. Bubuk sampel kopi disimpan dalam kemasan aluminium foil hingga analisis.

Karakteristik Kopi Kulit Pisang

Rendemen dianalisis secara grafimetri. Bulk density dianalisis dengan membandingkan berat dan volume. Kadar air dan kadar abu dengan thermografimetri.

Analisis Fenol

Analisis total fenol mengacu pada Samsonowicz et al. (2019). Sebanyak 1 ml ekstrak kopi kulit pisang dimasukkan dalam tabung reaksi. Kemudian ditambahkan 5 ml Na₂CO₃ dan 0,5 ml larutan Folin Ciocalteu kemudian divortex dan diinkubasi selama 30 menit pada suhu ruang. Absorbansi larutan diukur dengan Spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 765 nm. Kurva standar menggunakan senyawa phenol standart (Merck).

Analisis Aktivitas Antioksidan

Analisis antioksidan mengacu pada Samsonowicz et al. (2019). Sebanyak 4 ml ekstrak kopi ditambah 0,5 ml DPPH 0,7 mM dalam tabung reaksi, divorteks, dan diinkubasi dalam ruang gelap selama 30 menit. Sampel diukur absorbansinya pada panjang gelombang 517 nm dengan spektrofotometer UV-Vis. Sebagai kontrol digunakan larutan DPPH tanpa sampel. Aktivitas antioksidan dinyatakan sebagai % penghambatan terhadap radikal DPPH. Nilai penghambatan radikal DPPH di hitung pada beberapa konsentrasi sampel untuk mendapatkan nilai IC₅₀. Nilai EC₅₀ didapatkan dengan dengan membandingkan nilai IC₅₀ dengan konsentrasi DPPH. Kontrol menggunakan DPPH tanpa sampel.

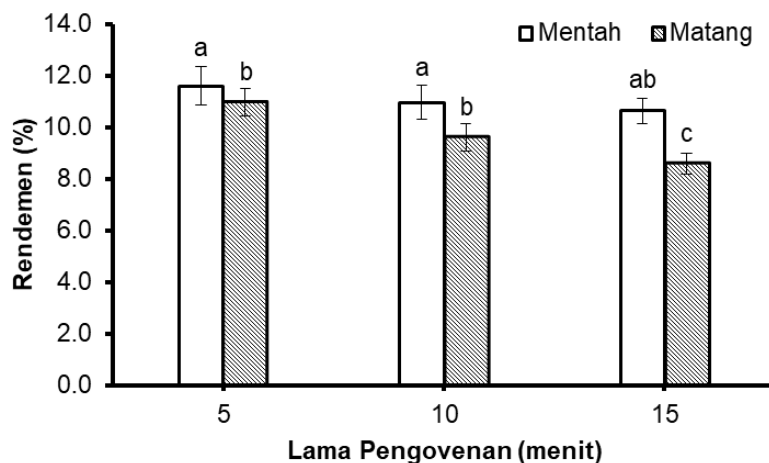
$$\% \text{ Radical scavenging} = [(\% \text{ Abs Kontrol} - \text{Abs sampel}) / \text{Abs Kontrol}] \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Kopi Kulit Pisang

Rendemen

Rendemen menggambarkan persentase banyaknya serbuk kopi yang dihasilkan dari kulit pisang segar. Nilai rendemen kopi kulit pisang menunjukkan perbedaan yang signifikan pada beberapa perlakuan (Gambar 1). Semakin lama waktu pengovenan menyebabkan penurunan rendemen yang signifikan pada kopi dari kulit pisang matang. Sedangkan yang dari kulit pisang mentah tidak berbeda signifikan. Peningkatan tingkat kematangan buah pisang menyebabkan menurunnya rendemen yang signifikan. Hal ini disebabkan perbedaan kadar air kulit pisang mentah dan matang. Kulit pisang mentah memiliki kadar air berkisar 84,9%, sedangkan kulit pisang matang berkisar 92,4% (Salih et al., 2017). Beberapa peneliti lain juga menyatakan kadar air kulit pisang matang cukup tinggi, 88,1% (Aboul-Enein et al., 2016). Jumlah air yang banyak akan menguap selama pengeringan dan pengovenan. Sehingga penyusutan bahan akan terjadi lebih besar pada pisang matang dibandingkan pisang mentah. Rendemen kopi kulit pisang ini lebih rendah dibandingkan rendemen tepung kulit pisang yang berkisar 16-30% (Yani et al, 2013). Penurunan rendemen juga terjadi pada penyangraian biji kopi robusta dan arabika dengan semakin lama waktu penyangraianya (Hasbullah et al., 2018).

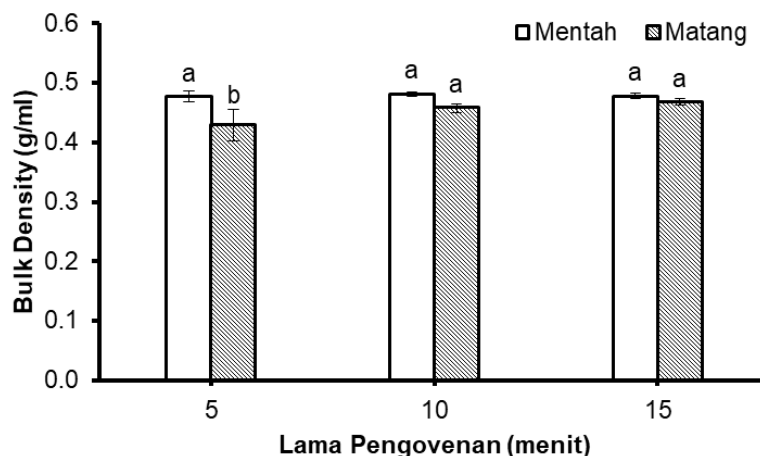


Gambar 1. Rendemen kopi kulit pisang. Notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada $\alpha = 0.05$. Nilai merupakan rerata dari 3 ulangan ($n=3$) \pm standard deviasi.

Bulk Density

Bulk density menunjukkan berat serbuk pada volume tertentu. Parameter ini sangat diperlukan ketika serbuk kopi akan dikemas. Nilai bulk density serbuk kopi kulit pisang menunjukkan tidak berbeda signifikan pada sebagian besar sampel (Gambar 2). Peningkatan suhu pengovenan dan tingkat kematangan buah tidak begitu berpengaruh

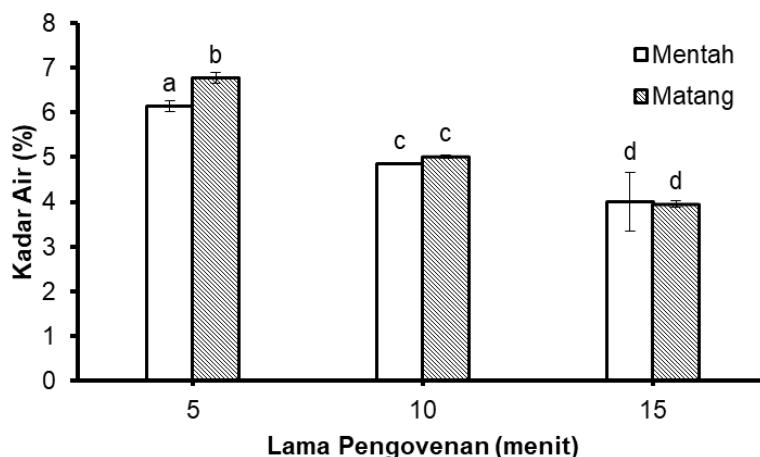
terhadap bulk density kopi kulit pisang. Secara keseluruhan nilainya berkisar antara 0,429 g/ml sampai 0,481 g/ml. hal ini bersesuaian dengan *bulk density* kopi, semakin lama waktu penyangraian pada biji kopi robusta dan arabika hanya menyebabkan sedikit penurunan yang tidak signifikan nilai bulk density nya (Hasbullah et al., 2018).



Gambar 2. Bulk density kopi kulit pisang. Notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada $\alpha = 0.05$. Nilai merupakan rerata dari 3 ulangan ($n=3$) \pm standard deviasi.

Kadar Air

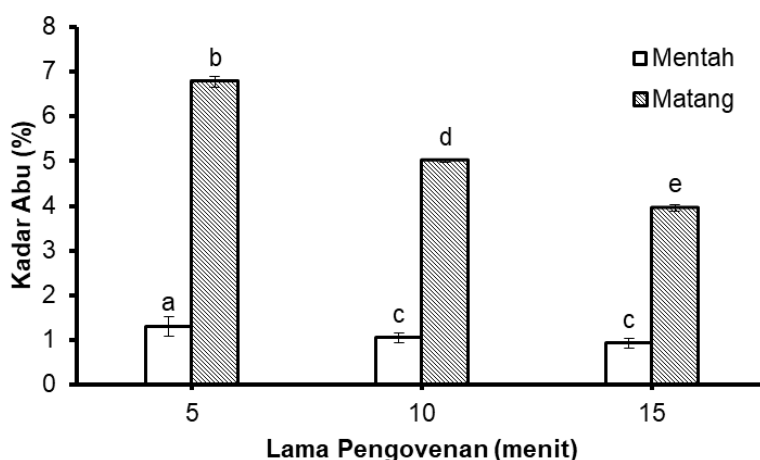
Kadar air menjadi parameter yang penting pada produk serbuk. Produk ini memiliki ukuran partikel yang kecil sehingga luas permukaan kontak dengan udara lembab lebih besar. Air dapat memicu kerusakan pada berbagai produk serbuk. Kadara air kopi kulit pisang menunjukkan perbedaan yang signifikan pada beberapa perlakuan (Gambar 3). Semakin meningkat lama pengovenan menyebabkan kadar air kopi kulit pisang semakin menurun dan berbeda signifikan secara statistik. Sedangkan pengaruh perbedaan tingkat kematangan hanya menunjukkan berbeda signifikan pada lama penyangraian 5 menit. Hal ini dimungkinkan terjadi karena kadar air kulit pisang matang lebih tinggi dari pada pisang mentah. Ketika dioven dengan waktu 10 hingga 15 menit telah mampu menghilangkan sebagian besar air dalam bahan. Kadar air pisang matang mencapai 90% (Ragab et al., 2016). Pola penurunan kadar air kopi kulit pisang ini sesuai dengan penelitian lain pada penyangraian kopi arabika dan robusta, semakin lama penyangraian menyebabkan penurunan yang signifikan kadar air pada serbuk kopi (Hasbullah et al., 2018).



Gambar 3. Kadar air kopi kulit pisang. Notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada $\alpha = 0.05$. Nilai merupakan rerata dari 3 ulangan ($n=3$) \pm standard deviasi.

Kadar Abu

Adanya abu menunjukkan banyaknya mineral yang terdapat dalam produk. Unsur mineral merupakan mikromolekul yang penting untuk membantu metabolisme tubuh. Kadar abu serbuk pisang mentah menunjukkan perbedaan yang signifikan berdasarkan lama pengovenan dan tingkat kematangan (Gambar 4). Semakin lama pengovenan menunjukkan terjadinya penurunan kadar abu serbuk kopi. Kadar abu serbuk dari kulit pisang matang lebih tinggi secara signifikan dibandingkan dari kulit mentah. Hal ini mungkin disebabkan kandungan abu kulit pisang matang yang lebih tinggi dari pisang mentah. Kadar abu kulit pisang matang mencapai 13,42% (Aboul-Enein et al., 2016); 12,44-13,84% (Ragab et al., 2016). Sedangkan kadar abu kulit pisang mentah 1,22%db (Turker et al., 2016). Kandungan mineral makro dalam kulit pisang antara lain fosfor, potasium, kalsium, magnesium, dan sodium. Sedangkan mineral mikro terdiri dari besi, zink, mangan dan tembaga (Ragab et al., 2016; Aboul-Enein et al., 2016).

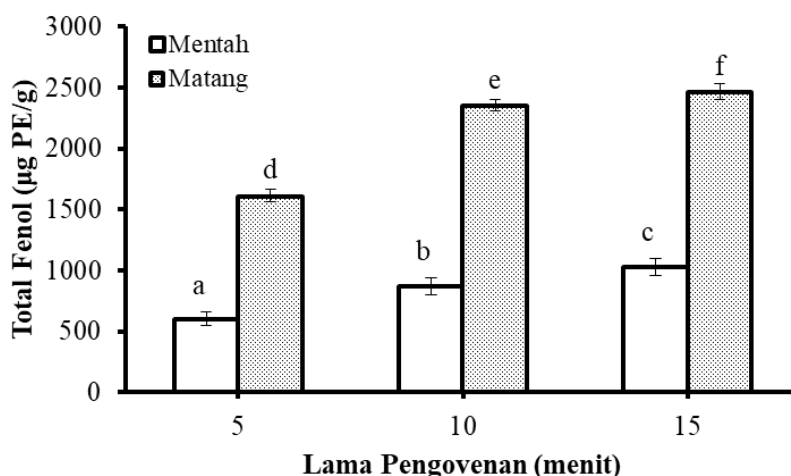


Gambar 4. Kadar abu kopi kulit pisang. Notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada $\alpha = 0.05$. Nilai merupakan rerata dari 3 ulangan ($n=3$) \pm standard deviasi.

Kandungan Total Fenol

Fenol merupakan senyawa antioksidan yang banyak terdapat pada kopi. Kandungan fenol pada kopi kulit pisang mengalami perubahan yang signifikan (Gambar 5). Semakin lama pengovenan menyebabkan peningkatan kandungan senyawa fenol yang signifikan. Tingkat kematangan yang semakin meningkat pada kulit pisang juga menyebabkan kandungan fenolnya meningkat secara signifikan. Hal ini bersesuaian dengan kandungan fenol pada kulit pisang matang yang lebih tinggi dari pisang mentah. Kandungan total fenol kulit pisang mentah akan naik 35% saat menjadi matang (Vu et al., 2019). Total fenol kulit pisang mentah 39,97 mg GAE/g, sedangkan kulit pisang matang 86,21 mg GAE/g (Aquino et al., 2016). Kulit pisang secara umum memiliki kandungan total fenol sebesar 9,89-17,89 mg GAE/g (Aboul-Enein et al., 2016). Tepung kulit pisang mengandung total fenol mencapai 29,2 mg GAE/g. Kandungan proantosianidin mencapai 3952 mg/kg. Senyawa fenol dalam kulit pisang antara lain catecholamines, phenolic acid dan flavonoids (Rebello et al., 2014). Kulit pisang mentah mengandung senyawa fenol seperti catechin, galloocatechin, caffeic acid, quinic acid (Barroso et al., 2019).

Selama pengovenan akan terjadi kenaikan suhu yang memicu reaksi pembentukan fenol. Sehingga semakin lama pengovenan maka suhu bahan semakin meningkat dan jumlah fenol yang terbentuk semakin banyak. Beberapa reaksi yang menghasilkan fenol antarlain karamelisasi, reaksi maillard, dan pirolisis yang terjadi pada suhu tinggi seperti pada penyangraian biji kopi (Ludwig et al., 2013). Jika dibandingkan dengan kopi makan kandungan fenol kopi kulit pisang masih lebih rendah. Total fenol kopi kulit pisang berkisar 604-2465 $\mu\text{g PE/g}$. Kopi pada umumnya memiliki kandungan fenol sebesar 161 mg GAE/cup (Yashin et al., 2013).



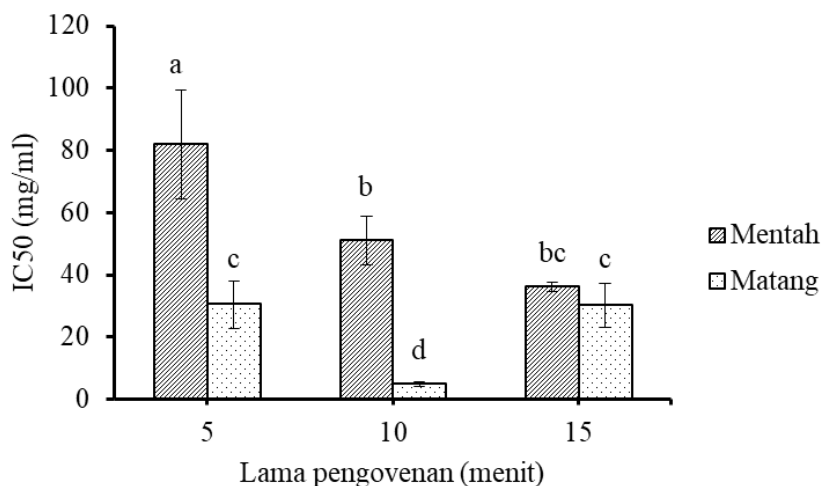
Gambar 5. Kandungan total fenol kopi kulit pisang. Notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada $\alpha = 0.05$. Nilai merupakan rerata dari 3 ulangan ($n=3$) \pm standard deviasi. PE (phenol equivalen).

Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan menunjukkan kemampuan senyawa antioksidan dalam scavenging radikal DPPH. Senyawa antioksidan yang ada dalam kopi kulit adalah fenol. Kemampuan scavenging radikal DPPH ini dihitung pada beberapa konsentrasi ekstrak sehingga diperoleh nilai konsentrasi penghambatan 50% (IC₅₀). Semakin kecil nilai IC₅₀ menunjukkan aktivitas antioksidan suatu senyawa semakin kuat. Kopi kulit pisang memiliki nilai IC₅₀ yang berbeda signifikan pada berbagai perlakuan (Gambar 6). Semakin lama pengovenan menyebabkan nilai IC₅₀ semakin menurun yang menandakan aktivitas antioksidannya semakin kuat. Tingkat kematangan yang semakin meningkat menyebabkan penurunan nilai IC₅₀ secara signifikan. Hal ini menandakan kopi kulit pisang matang memiliki aktivitas antioksidan yang lebih kuat dibandingkan kopi kulit pisang mentah. Pola nilai IC₅₀ ini bersesuaian dengan pola nilai fenol. Semakin meningkat kandungan fenol maka nilai IC₅₀ semakin turun. Penelitian pada kopi dengan semakin meningkatnya lama penyangraian menyebabkan aktivitas antioksidannya semakin meningkat dan nilai IC₅₀ semakin menurun dan diiringi peningkatan senyawa fenol (Ludwig et al., 2013). Nilai IC₅₀ kopi kulit pisang lebih tinggi dari kulit pisang segar. Nilai IC₅₀ kulit pisang berkisar 55,45-120,03 µg/ml (Aboul-Enein et al., 2016).

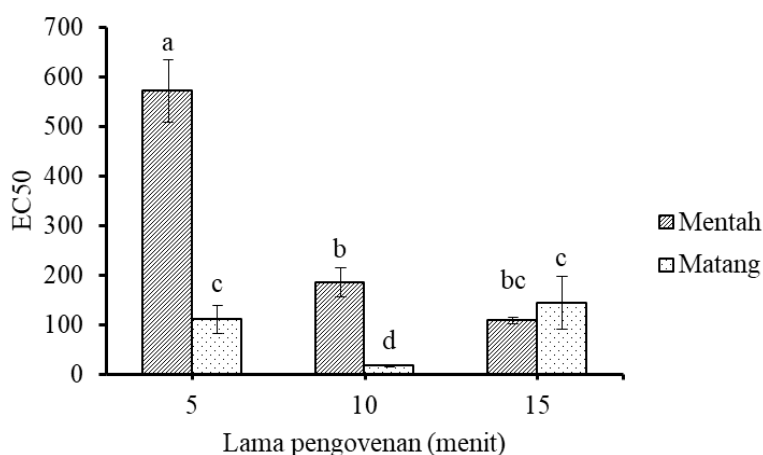
Senyawa yang berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan pada kopi kulit pisang dimungkinkan juga terbentuk dari hasil reaksi Maillard. Hal ini sangat mungkin terjadi karena didalam kulit pisang matang dan mentah terdapat gula reduksi dan protein dan asam organik. Kandungan gula reduksi kulit pisang berkisar 8,6%, sedangkan gula non reduksi 2,9% dan total gula 11,5% (Ragab et al., 2016). Kadar protein mencapai 11,16%db (Turker et al., 2016). Kadar asam askorbat kulit pisang matang dua kali lipat kulit pisang mentah (Salih et al., 2017). Kadar gula reduksi dan non reduksi pisang mentah berkisar 0,13 dan 0,056%. Sedangkan kadar gula reduksi dan non reduksi kulit pisang matang 2,52 dan 2,14% (Aquino et al., 2016). Berdasarkan hal tersebut maka dimungkinkan jumlah Maillard reaction product dari kopi kulit pisang matang lebih banyak dibanding kopi kulit pisang mentah. Selain itu karamelisasi juga bisa terjadi karena gula dalam kulit pisang terpapar suhu sangat tinggi (180 °C). Hal ini didukung bahwa kulit pisang matang mengandung total soluble solid yang mengindikasikan kandungan gula sebesar 4,67%, sedangkan kulit pisang matang 0,18% (Aquino et al., 2016).

Senyawa lain yang dimungkinkan berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan yaitu karotenoid. Kulit pisang matang mengandung karotenoid yang lebih besar (80 µg/g) dari kulit pisang mentah (64 µg/g). Kandungan proantosianidin juga meningkat dari mentah menjadi matang sebesar 30%. Aktivitas antioksidan kulit pisang matang lebih tinggi dibandingkan kulit pisang mentah dari ±55 mg TE/g menjadi ±75 mg TE/g. (Vu et al., 2019).



Gambar 6. IC₅₀ kopi kulit pisang. Notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada $\alpha = 0.05$. Nilai merupakan rerata dari 3 ulangan ($n=3$) \pm standard deviasi.

Nilai EC₅₀ menunjukkan konsentrasi yang diperlukan untuk mendapatkan efek antioksidan 50% (Chen et al., 2013). Nilai ini untuk menunjukkan kapasitas antioksidan suatu bahan. EC₅₀ kopi kulit pisang menunjukkan perbedaan yang signifikan pada perlakuan yang diberikan (Gambar 7). Semakin lama waktu pengovenan menyebabkan penurunan yang signifikan nilai EC₅₀. Peningkatan tingkat kematangan kulit pisang menunjukkan penurunan nilai EC₅₀ pada kopi kulit pisang. Semakin rendah nilai EC₅₀ menunjukkan kapasitas antioksidan semakin kuat. Ekstrak kulit pisang memiliki kapasitas menghambat kerusakan β -carotene karena bleaching (EC₅₀) sebesar 325 (González-Montelongo et al., 2010). Pola meningkatnya kapasitas antioksidan ini bersesuaian dengan semakin lama waktu penyangraian biji kopi menyebabkan kenaikan kandungan senyawa bioaktif antioksidan dan aktivitas antioksidannya semakin meningkat (Odzakovic et al., 2016).



Gambar 7. EC₅₀ kopi kulit pisang. Notasi yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada $\alpha = 0.05$. Nilai merupakan rerata dari 3 ulangan ($n=3$) \pm standard deviasi.

KESIMPULAN

Kopi kulit pisang dapat dibuat dari kulit mentah dan kulit matang buah pisang. Kopi kulit pisang matang menghasilkan rendemen yang lebih rendah namun kadar abu lebih tinggi dibandingkan kopi kulit pisang mentah. Karakteristik bulk density dan kadar air tidak menunjukkan perbedaan. Kandungan senyawa antioksidan fenol dalam kopi kulit pisang matang lebih tinggi dari pada kopi kulit pisang mentah. Hal ini berdampak pada nilai IC₅₀ dan EC₅₀ kopi kulit pisang matang yang lebih kecil dari kopi kulit pisang mentah. Aktivitas antioksidan kopi kulit pisang matang lebih besar dari pada kopi kulit pisang mentah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini mendapat pendanaan dari Kementerian Riset dan Pendidikan Tinggi melalui program PKM Penelitian Eksakta.

DAFTAR PUSTAKA

- Aboul-Enein, AM., ZA. Salama, AA. Gaafar, HF. Aly, F. Abou-Ellella and HA. Ahmed. 2016. Identification of phenolic compounds from banana peel (*Musa paradaisica* L.) as antioxidant and antimicrobial agents. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research* 8(4):46-55.
- Abudawood, M., H. Tabassum, N. Ali, B. Almaarik, M. Alshaikh, AD. AlGhamdi, JY. AlFaifi, KI. Softa, S. Sobki, A. Aljohi. 2019. Interrelationship between oxidative stress, DNA damage and cancer risk in diabetes (type 2) in Riyadh, KSA. *Saudi Journal of Biological Sciences* in press 24 June 2019. Doi: 10.1016/j.sjbs.2019.06.015.
- Aquino, CF., LCC. Salomão, SMR. Ribeiro, DL. de Siqueira, PR. Cecon. 2016. Carbohydrates, phenolic compounds and antioxidant activity in pulp and peel of 15 banana cultivars. *Rev. Bras. Frutic.*, 38(4):e-090. <http://dx.doi.org/10.1590/0100-29452016090>.
- Barnes, RP., E. Fouquerel, PL. Opresko. 2019. The impact of oxidative DNA damage and stress on telomere homeostasis. *Mechanisms of Ageing and Development* 177:37-45. Doi: 10.1016/j.mad.2018.03.103.
- Barroso WA, Abreu IC, Ribeiro LS, da Rocha CQ, de Souza HP, de Lima TM. 2019. Chemical composition and cytotoxic screening of *Musa cavendish* green peels extract: Antiproliferative activity by activation of different cellular death types. *Toxicol In Vitro*. 59:179-186. Doi: 10.1016/j.tiv.2019.04.020.
- BPS. 2018. Statistik tanaman buah-buahan dan sayuran tahunan Indonesia 2017. Badan Pusat Statistik: Jakarta. ISSN:2088-8406.
- Chen, Z., R. Bertin, G. Froidi. 2013. EC50 estimation of antioxidant activity in DPPH* assay using several statistical program. *Food Chemistry* 138(1):414-420. Doi: 10.1016/j.foodchem.2012.11.001.
- González-Montelongo, R., MG. Lobo, M. González. 2010. The effect of extraction temperature, time and number of steps on the antioxidant capacity of methanolic

- banana peel extracts. *Separation and Purification Technology* 71:347–355. Doi:10.1016/j.seppur.2009.12.022.
- Hasbullah, UHA., Hikmahyuliani, Z. Maharani, LN. Rokhmah. 2018. Perubahan Karakteristik Fisik Biji Kopi Yang Ditambahkan Sorbitol Selama Penyangraian. *Jurnal Ilmu Pangan dan Hasil Pertanian* 2(2):173-182. Doi: <http://doi.org/10.26877/jjphp.v2i2.3218>.
- Lara-Guzman, O., A. Gil-Izquierdo, S. Medina, E. Osorio, R. Alvarez-Quintero, N. Zuluaga, C. Oger, JM. Galano, T. Durand, K. Munoz-Durango. 2018. Oxidized LDL triggers changes in oxidation stress and inflammatory biomarkers in human macrophages. *Redox Biology* 15:1-11. Doi: 10.1016/j.redox.2017.11.017.
- Lee, SJ., MK. Kim, KG. Lee. 2017. Effect of reversed coffee grinding and roasting process on physicochemical properties including volatile compound profiles. *Innovative Food Science & Emerging Technology* 44:97-102. Doi: 10.1016/j.ifset.2017.07.009.
- Liu, C., N. Yang, Q. Yang, C. Ated, R. Linforth, ID. Fisk. 2019. Enhancing robusta coffee aroma by modifying flavor precursors in the green coffee bean. *Food Chemistry* 281:8-17. Doi: 10.1016/j.foodchem.2018.12.080.
- Ludwig, IA., J. Bravo, MP. De Pena, C. Cid. 2013. Effect of sugar addition (torrefacto) during roasting process on antioxidant capacity and phenolics of coffee. *LWT-Food Science and Technology* 51(2):553-559. Doi: 10.1016/j.lwt.2012.12.010.
- Odzakovic, B., N. Dzinic, Z. Kukric, S. Grujic. 2016. Effect of roasting degree on the antioxidant activity of different Arabica coffee quality classes. *Acta Sci Pol Technol Aliment.* 15(4):409-417. Doi: 10.17306/J.AFS.2016.4.39.
- Proniewski, B. A. Kij, B. Sitek, EE. Kelley, S. Chlopicki. 2019. Multiorgan development of oxidative and nitrosative stress in LPS-induced endotoxemia in C57Bl/6 mice: DHE-based in vivo approach. *Oxid Med Cell Longev.* 2019:7838406. Doi: 10.1155/2019/7838406.
- Ragab, M., MF. Osman, ME. Khalil, MS. Gouda. 2016. Banana (*Musa sp.*) peels as a source of pectin and some food nutrients. *J. Agric. Res. Kafr El-Sheikh Univ.* 42(4):88-102.
- Rebello, LPG., AM. Ramos, PB. Pertuzatti, MT. Barcia, N. Castillo-Muñoz, I. Hermosín-Gutiérrez. 2014. Flour of banana (*Musa AAA*) peel as a source of antioxidant phenolic compounds. *Food Research International* 55:397–403. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2013.11.039>.
- Salih, ZA., A. Siddeeg, RTA.Taha, M. Bushra, AF. Ammar, AO. Ali. 2017. Physicochemical and Functional Properties of Pulp and Peel Flour of Dried Green and Ripe Banana (*Cavendish*). *International Journal of Research in Agricultural Sciences* 4(6): 348-353.
- Samsonowicz, M., E. Regulska, D. Kapowicz, B. Lesniewska. 2019. Antioxidant properties of coffee substitutes rich in polyphenols and minerals. *Food Chemistry* 278:101-109. Doi: 10.1016/j.foodchem.2018.11.057.
- Turker, B., N. Savlak, MB. Kasikci. 2016. Effect of green banana peel flour substitution on physical characteristics of gluten-free cakes. *Curr. Res. Nutr Food Sci Jour., SI.1:197-204.* <http://dx.doi.org/10.12944/CRNFSJ.4.Special-Issue-October.25>.
- Vu, HT., CJ. Scarletta, QV. Vuonga. 2019. Changes of phytochemicals and antioxidant capacity of banana peel during the ripening process; with and without ethylene

treatment. Scientia Horticulturae 253:255–262. Doi:
<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.04.043>.

Yani, A., RW. Arief, N. Mulyanti. 2013. Processing of Banana Flour Using a Local Banana as Raw Materials in Lampung. International Journal on Advance Science Engineering Information Technology 3(4):26-30.

Yashin, A., Y. Yashin, JY. Wang, B. Nemzer. 2013. Antioxidant and Antiradical Activity of Coffee. Antioxidants 2:230-245. doi:10.3390/antiox2040230.

Zhong, G., S. Qin., D. Townsend, BA. Schulte, KD. Tew, GY. Wang. 2019. Oxidative stress induces senescence in breast cancer stem cells. Biochem Biophys Res Commun 514(4):1204-1209. Doi: 10.1016/j.bbrc.2019.05.098.

Zhong, S., L. Li, X. Shen, Q. Li, W. Xu, X. Wang, Y. Tao, H. Yin. 2019. An update on lipid oxidation and inflammation in cardiovascular diseases. Free Radical Biology and Medicine in press 1 April 2019. Doi: 10.1016/j.freeradbiomed.2019.03.036.