

## Pengaruh Waktu Penyeduhan Terhadap Fisikokimia dan Aktivitas Antioksidan Teh Hijau Celup

### Effect of Brewing Time on the Physicochemical properties and Antioxidant Activity of Green Tea Bag

Ukhti Ayuningtyas<sup>1</sup>, Zahrah Rufaida<sup>2</sup>, Widya Prasetyawati Septiani<sup>2</sup>, Shabri<sup>3</sup>, Sugeng Harianto<sup>3</sup>, Hilman Maulana<sup>3</sup>, M Iqbal Prawira-Atmaja<sup>3a</sup>

<sup>1</sup>Prodi Teknologi Pascapanen, Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung, Jl. Let. Jend. Purn. Dr. (HC) Mashudi No.1, Kec. Jatinangor. 45363

<sup>2</sup>Prodi Kimia, Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Pendidikan Indonesia, Jl. Dr. Setiabudi No. 229, Bandung 40154

<sup>3</sup>Pengolahan Hasil dan Enjinering, Pusat Penelitian Teh dan Kina, Gambung, Kab. Bandung 40972

<sup>a</sup>Korespondensi: M Iqbal Prawira-Atmaja, E-mail: iqbalprawira06@gmail.com

Diterima: 06 – 02 – 2023 , Disetujui: 31 – 12 - 2023

#### ABSTRACT

Green tea bags are widely used for convenience, but there is limited research on the impact of brewing time on green tea's physical properties and bioactive compounds. This study aimed to investigate the effects of brewing time on the physicochemical properties and antioxidant activity of green tea bags from two different products. Brewing times of 1, 3, 5, 7, 9, 12, and 15 minutes were tested. The results revealed that Product A had a higher swelling rate and rehydration ratio than Product B. Moreover, brewing time significantly increased the levels of total polyphenols, total flavonoids, and antioxidant activity in green tea products. The total polyphenol content of Product A increased from 87.98 mg GA.eq/g to 121.75 mg GA.eq/g, while Product B increased from 138.98 mg GA.eq/g to 147.04 mg GA.eq/g during the 15 minutes of brewing. The total flavonoids of Product A were significantly lower ( $p < 0.05$ ) than those of Product B, with values of 53.20 mg Q.E/g and 76.30 mg Q.E/g, respectively. Pearson Correlation analysis showed a positive relationship between total polyphenols, flavonoids, and antioxidant activity in green tea bags. These findings provide valuable information on brewing and enjoying green tea to maximize its health benefits..

**Keywords:** antioxidant activity, bioactive compounds, brewing time, green tea bags, physicochemical properties

#### ABSTRAK

Teh hijau celup umum digunakan oleh konsumen dikarenakan kepraktisan dalam penyajiannya. Namun, masih sedikit penelitian yang melaporkan peranan waktu penyeduhan terhadap sifat fisik dan senyawa bioaktif di teh hijau celup. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu penyeduhan terhadap sifat fisikokimia dan aktivitas antioksidan teh hijau celup dari 2 produk berbeda. Waktu penyeduhan pada penelitian ini, yaitu: 1, 3, 5, 7, 9, 12, dan 15 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Produk A memiliki nilai *swelling rate* dan rasio rehidrasi lebih tinggi dibandingkan produk B. Selain itu, lama penyeduhan berpengaruh terhadap peningkatan kadar total polifenol, total flavonoid, dan aktivitas antioksidan pada produk teh hijau celup. Kadar total polifenol produk A dan Produk B secara berurutan sebesar 87,98 mg GA.eq/g dan 138,98 mg GA.eq/g pada menit ke-1, dan meningkat menjadi 121,75 mg GA.eq/g dan 147,04 mg GA.eq/g pada penyeduhan menit ke-15. Total flavonoid produk A lebih rendah (signifikan  $p < 0,05$ ) dibandingkan produk B yaitu, secara berurutan, 53,20 mg Q.E/g dan 76,30 mg Q.E/g. *Pearson Correlation* menunjukkan adanya korelasi positif antara total polifenol, flavonoid, dan aktivitas antioksidan teh hijau celup. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dan edukasi tata cara penyeduhan dan penyajian teh hijau celup yang baik sehingga masyarakat umum bisa memperoleh manfaat teh yang maksimal.

**Kata kunci:** aktivitas antioksidan, sifat fisik kimia, teh hijau celup, waktu penyeduhan

## PENDAHULUAN

Teh merupakan minuman yang kaya akan senyawa polifenol dan flavonoid dengan aktivitas antioksidan untuk menangkal radikal bebas yang bermanfaat bagi kesehatan (Kusmiyati *et al.*, 2015). Teh celup merupakan sediaan teh yang sering digunakan saat ini karena penggunaannya yang lebih praktis (Jha *et al.*, 2020). Selama proses penyeduhan teh, terdapat fenomena rehidrasi dan *swelling*. Rasio rehidrasi adalah penyerapan air kembali oleh produk kering (Prawira-Atmaja *et al.*, 2019). Sedangkan fenomena rehidrasi berkaitan erat dengan *swelling*, yaitu peningkatan volume akibat adanya penyerapan air (Joshi *et al.*, 2016). Selain itu, lama penyeduhan teh dapat berpengaruh pada kadar bahan aktif yang terekstrak dari teh celup sehingga teknik penyeduhan teh yang tepat dapat menghasilkan aktivitas antioksidan yang maksimal (Fajar *et al.*, 2018). Penelitian Sasmito & Dwi (2020) menyatakan bahwa waktu penyeduhan sangat menentukan kandungan bioaktif yang terekstrak. Selain itu, waktu penyeduhan pun berpengaruh terhadap warna seduhan teh (Ramalho *et al.*, 2013).

Ketika teh celup mengalami kontak dengan air, maka komponen bioaktif teh akan terekstrak ke dalam air panas sehingga memberikan karakteristik teh. Karakteristik teh tersebut, yaitu sebagai antioksidan yang dapat menangkal radikal bebas (Mutmainnah *et al.*, 2018). Menurut Cabrera *et al.* (2006), flavonoid termasuk ke dalam bagian polifenol yang memberikan sifat antioksidan pada teh dengan katekin sebagai penyusun utamanya. Salah satu metode yang umum digunakan untuk uji aktivitas antioksidan adalah metode DPPH yang didasarkan pada reaksi reduksi DPPH oleh H<sup>+</sup> dari katekin teh membentuk senyawa difenil pikril hidrazil yang stabil, ditandai dengan perubahan warna menjadi kuning dari warna ungu (Mutmainnah *et al.*, 2018). Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Pereira *et al.* (2014), hasil uji DPPH pada teh hijau celup menunjukkan bahwa teh hijau memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi. Hal tersebut berbanding lurus dengan jumlah polifenol dan flavonoid yang terkandung di dalam teh.

Jumlah katekin dalam teh hijau bergantung pada varietas, metode budidaya, pengolahan daun, serta waktu dan suhu penyeduhannya (Musial *et al.*, 2020). Hingga kini, masih sedikit penelitian yang melaporkan pengaruh waktu seduhan terhadap karakteristik fisik, total polifenol, total flavonoid, dan aktivitas antioksidan pada produk teh hijau celup. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui karakteristik fisik (nilai absorbansi warna seduhan, rasio rehidrasi, *swelling rate*), total polifenol, total flavonoid, dan aktivitas antioksidan dari dua produk teh hijau celup di Indonesia. penelitian dilakukan dengan menyeduh teh hijau celup dengan durasi berbeda (1, 3, 5, 7, 9, 12, dan 15 menit). Penelitian ini diharapkan menjadi panduan dan informasi dalam hal tata cara penyeduhan dan penyajian teh hijau celup yang baik sehingga masyarakat umum bisa memperoleh manfaat kesehatan teh yang maksimal.

## MATERI DAN METODE

### Bahan

Bahan kimia yang digunakan meliputi asam galat (Sigma-Aldrich), quercetin (Sigma-Aldrich), methanol p.a (99,9%, Merck), Folin-Ciocalteu (Merck), Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (Merck), AlCl<sub>3</sub> (Sigma-Aldrich), NaOH (Merck), NaNO<sub>2</sub> (Sigma-Aldrich), 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (Sigma-Aldrich). Bahan utama dalam penelitian ini adalah teh hijau celup dari merek A dan merek B yang diperoleh dari toko retail *e-commerce*. Karakteristik produk teh hijau celup dari merek A dan Merek B tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik produk teh hijau celup

Parameter	Produk A	Produk B
Berat teh dalam kemasan <i>tea bag</i> (gram)	1,91±0,05	2,24±0,04
Berat kertas celup (gram)	0,12	0,11
Dimensi teh celup (cm)	4x5	4x5
Jenis kemasan	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Primer : kertas kraft + PET</li> <li>● Sekunder : Alumunium foil + PET</li> <li>● Tersier : <i>Solid Unbleached Board</i> + LDPE</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Primer : kertas kraft + PET</li> <li>● Sekunder : Kertas kraft</li> <li>● Tersier : <i>Solid Bleached Board</i> + LDPE</li> </ul>
Kadar air teh hijau celup (%)	7,20±0,10	7,40±0,06

### Penyeduhan teh

Teh hijau celup dari dua merek berbeda dimasukkan ke dalam gelas seduh teh (*Tea craft, England*) dan diseduh menggunakan air aquades mendidih (sekitar 96±1°C). Penyeduhan teh dilakukan dengan durasi waktu yang berbeda, yaitu: 1, 3, 5, 7, 9, 12, dan 15 menit. Setelah waktu penyeduhan tercapai, teh celup diangkat selama 3 detik dan dicelupkan kembali selama 3 detik. Perlakuan tersebut diulangi sebanyak 5 kali. Selanjutnya air seduhan teh dituangkan ke mangkok/cawan seduh dan didinginkan pada suhu ruang. Air seduhan teh selanjutnya digunakan untuk penentuan kadar total polifenol, total flavonoid, dan aktivitas antioksidan.

### Penentuan rehidrasi dan *swelling* teh celup

Analisis rasio rehidrasi dilakukan setelah penyeduhan teh mengacu pada penelitian sebelumnya (Prawira-Atmaja *et al.*, 2019). Rasio rehidrasi dihitung berdasarkan:

$$\text{Rasio rehidrasi (g)} = \frac{\text{Berat sampel setelah rehidrasi (g)}}{\text{Berat sampel sebelum rehidrasi (g)}} \quad (1)$$

Sedangkan, penentuan *swelling rate* mengacu pada penelitian Yadav *et al.* (2018) dan dihitung berdasarkan:

$$\text{Swelling rate (\%)} = \frac{\text{Berat akhir} - \text{Berat awal (g)}}{\text{Berat awal (g)}} \quad (2)$$

### Penentuan warna seduhan teh

Sebanyak 10 mL seduhan teh dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Kemudian, pengukuran absorbansi dilakukan dengan menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis (Varian 50 probe) dengan panjang gelombang 420 nm. Tingginya kadar flavonoid ditentukan dengan tingginya nilai absorbansi yang dihasilkan (Huang *et al.*, 2005).

### Penentuan total polifenol

Penentuan total polifenol dilakukan menggunakan metode Folin-Ciocalteu sesuai SNI 4324:2014 (Prawira-Atmaja *et al.*, 2019). sebanyak 1 mL air seduhan teh (dengan faktor pengenceran 25) dipipet ke dalam tabung reaksi yang selanjutnya ditambahkan pereaksi 10% Folin-Ciocalteu (5 mL) kemudian dilanjutkan dengan vortex. Setelah 5 menit, ditambahkan larutan 7,5% Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> (4 mL) dan diinkubasi pada ruangan gelap selama 1 jam untuk menstabilkan warna menjadi biru. Selanjutnya absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Varian 50 probe) dengan panjang gelombang 765 nm. Total polifenol ditentukan menggunakan persamaan linier dari kurva standar asam galat (konsentrasi 10-100 ppm) dan dinyatakan sebagai mg G.A.E/g (b.k).

### Penentuan total flavonoid

Penentuan total flavonoid merujuk pada penelitian Yildirim et al. (2017) dengan sedikit modifikasi. Sebanyak 1 mL seduhan teh diencerkan menggunakan aquades hingga mencapai volume 25 mL. Selanjutnya, sebanyak 1 mL dipipet dan dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL yang telah berisi 4 mL aquades, ditambahkan larutan 5% NaNO<sub>2</sub> (0,3 mL) dan dibiarkan selama 5 menit. Setelah itu, larutan 10% AlCl<sub>3</sub> (0,3 mL) ditambahkan ke dalamnya dan diamkan kembali selama 1 menit kemudian dilanjutkan dengan penambahan 1M NaOH (2 mL), dan ditetapkan volume hingga 10 mL menggunakan aquades. Setelah dihomogenkan, sampel kemudian diinkubasi selama 15 menit dan dilanjutkan dengan pengukuran absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Varian 50 probe) pada panjang gelombang 415 nm. Total flavonoid ditentukan berdasarkan persamaan linier kurva standar kuersetin dengan konsentrasi 20-100 ppm. Total flavonoid dinyatakan sebagai mg Q.E/g (b.k).

### Penentuan aktivitas penghambatan radikal bebas

Pengujian aktivitas penghambatan radikal bebas dilakukan mengacu pada penelitian Sami & Rahimah (2016) dengan menggunakan *2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl* (DPPH). Sebanyak 2 mL seduhan teh ditambahkan dengan 0,1 mM DPPH (3 mL). Kemudian, sampel dihomogenkan dan diinkubasi pada suhu ruangan dan tempat gelap selama 30 menit. Pengukuran absorbansi sampel dilakukan menggunakan spektrofotometer UV-Vis (Varian 50 probe) pada panjang gelombang 515 nm. Metanol p.a digunakan sebagai blanko. Nilai persen penghambatan dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\text{Inhibisi (\%)} = \left( \frac{\text{Abs kontrol} - \text{Abs sampel}}{\text{Abs kontrol}} \right) \times 100\% \quad (6)$$

dimana:

Abs kontrol = absorbansi DPPH

Abs sampel = absorbansi DPPH yang ditambahkan seduhan teh

### Analisis data

Data yang diperoleh dari pengujian dianalisis menggunakan ANOVA *single factor* dan uji lanjut Duncan dengan taraf kepercayaan 95% untuk mengetahui signifikansi perbedaan produk terhadap waktu penyeduhan. Setelah itu, data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji-t untuk mengetahui signifikansi perbedaan dua produk pada waktu penyeduhan yang sama. Analisis lebih lanjut dilakukan untuk mengetahui korelasi pada setiap parameter pengujian menggunakan uji *Pearson Correlation*.

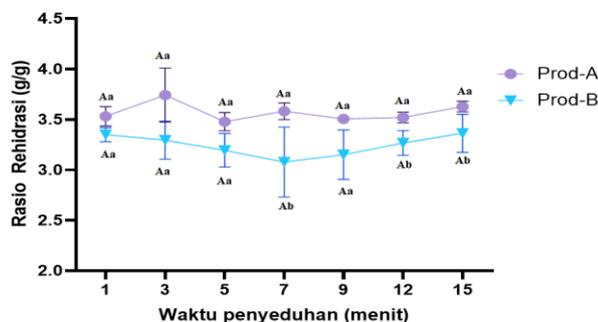
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Rehidrasi dan *swelling tea bag*

Rehidrasi merupakan gambaran dari produk kering mengalami penyerapan air kembali. Gambar 1 menunjukkan hasil rasio rehidrasi teh hijau celup pada produk A dan B dengan variasi waktu penyeduhan. Rasio rehidrasi teh hijau celup pada menit ke-1 sebesar 3,53 g/g dan 3,35 g/g, secara berurutan pada produk A dan Produk B. Rasio rehidrasi teh hijau celup antara produk A dan Produk B tidak menunjukkan perbedaan signifikan pada penyeduhan menit ke-1, ke-3, dan ke-5. sedangkan penyeduhan teh hijau celup selama 15 menit menunjukkan perbedaan signifikan rasio rehidrasi produk A dan produk B.

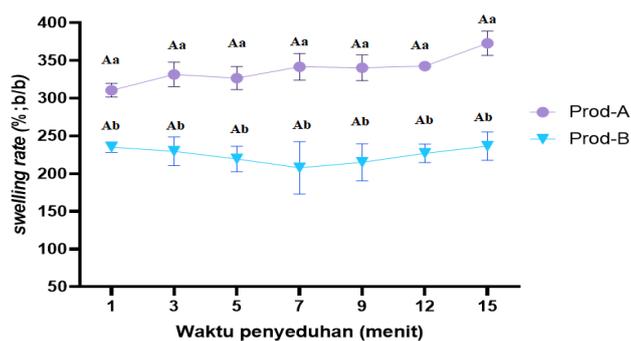
Produk A memiliki rasio rehidrasi yang tinggi kemungkinan dikarenakan memiliki komposisi berat yang lebih kecil dan membuat bahan melakukan rehidrasi yang lebih tinggi. Penelitian Yadav *et al.* (2018) melaporkan bahwa, rasio rehidrasi pada produk yang memiliki ukuran partikel lebih kecil memiliki nilai rasio rehidrasi yang lebih besar. Selain itu, rasio rehidrasi ini menunjukkan keseragaman ukuran partikel teh hijau yang digunakan untuk produk A. hal itu terlihat dari tidak adanya perbedaan signifikan lama penyeduhan terhadap

rasio rehidrasi produk A. Rehidrasi merupakan gambaran dari produk yang sudah kering mengalami penyerapan air kembali. Menurut Lin *et al.* (2010), rehidrasi tidak hanya dipengaruhi oleh komposisi produk, suhu air, dan waktu rehidrasi, tetapi dipengaruhi juga oleh metode pengeringan dan parameter pemrosesan. Rasio rehidrasi diharapkan memiliki nilai yang tinggi pada produk kering.



Gambar 1. Rasio rehidrasi produk teh hijau celup dengan waktu penyeduhan berbeda. Notasi huruf kapital menunjukkan signifikansi perbedaan rasio rehidrasi produk terhadap waktu penyeduhan ( $p < 0,05$  berdasarkan DMRT). Notasi huruf kecil menunjukkan signifikansi perbedaan rasio rehidrasi dua produk pada waktu penyeduhan yang sama ( $p < 0,05$  berdasarkan uji-t). Notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara sampel dan antar waktu penyeduhan.

Gambar 2 menunjukkan nilai *swelling rate* produk A dan B pada produk teh hijau celup. Nilai *swelling rate* (%) produk A lebih tinggi jika dibandingkan dengan produk B. secara umum, nilai *swelling rate* dari kedua produk meningkat seiring dengan meningkatnya lama waktu penyeduhan, meskipun tidak ada perbedaan signifikan antara tiap waktu ( $p < 0,05$  berdasarkan DMRT). Peningkatan nilai *swelling rate* pada produk teh celup dikarenakan penyerapan air oleh produk teh sehingga terjadi pembengkakan. Ukuran partikel teh turut mempengaruhi nilai *swelling rate* dan rehidrasi pada produk teh. Ukuran partikel kecil, menghasilkan luas permukaan yang lebih besar sehingga berkorelasi pada nilai rehidrasi dan *swelling rate* yang tinggi.



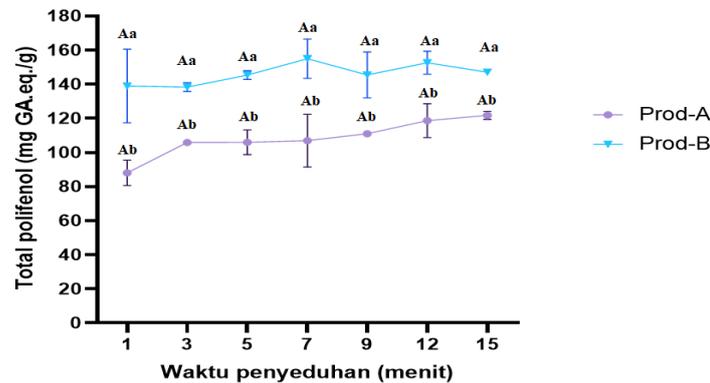
Gambar 2. *Swelling rate* produk teh hijau celup dengan waktu penyeduhan berbeda. Notasi huruf kapital menunjukkan signifikansi perbedaan *swelling rate* produk terhadap waktu penyeduhan ( $p < 0,05$  berdasarkan DMRT). Notasi huruf kecil menunjukkan signifikansi perbedaan *swelling rate* dua produk pada waktu penyeduhan yang sama ( $p < 0,05$  berdasarkan uji-t). Notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara sampel dan antar waktu penyeduhan.

*Swelling rate* memiliki hubungan yang erat dengan rasio rehidrasi. Menurut Ramalho *et al.* (2013), *swelling* merupakan mekanisme penyerapan air dan terdapat pembengkakan pada struktur/peningkatan volume produk. Pada saat produk bersentuhan dengan air, akan terjadi difusi dalam struktur berpori yang menghasilkan peningkatan volume. Peningkatan volume

tersebut disebut dengan pembengkakan. Menurut Joshi *et al.* (2016), kinetika yang lebih cepat untuk partikel teh yang lebih kecil disebabkan terutama oleh peningkatan luas permukaan partikel teh yang lebih kecil dibandingkan dengan partikel teh yang lebih besar untuk hidrasi dan difusi air. Untuk partikel berukuran lebih besar, kemungkinan air membutuhkan waktu lebih lama untuk mencapai atau menembus struktur mikropori sehingga nilai pembengkakan pori lebih kecil. Untuk partikel berukuran lebih kecil, struktur mikropori lebih mudah terkena air dan karenanya lebih banyak pembengkakan yang diamati.

### Total polifenol

Polifenol adalah senyawa bioaktif yang merupakan antioksidan yang dapat bermanfaat bagi kesehatan tubuh (Sasmito & Dwi, 2020). Senyawa fenol mengandung gugus cincin hidrokarbon aromatik yang mengikat gugus hidroksil yang mampu berperan dalam mengatur respon glikemik dan menghambat aktivitas enzim alfa amilase (Nyambe-Silavwe *et al.*, 2015). Gambar 3 menunjukkan nilai total polifenol dari 2 produk teh hijau celup berbeda. Produk A memiliki kandungan polifenol lebih rendah daripada produk B ( $p < 0.05$ ). Kadar total polifenol produk A dan Produk B secara berurutan sebesar 87,98 mg GA.eq/g dan 138,98 mg GA.eq/g pada menit ke-1, dan meningkat menjadi 121,75 mg GA.eq/g dan 147,04 mg GA.eq/g pada penyeduhan menit ke-15. Lama waktu penyeduhan memiliki kecenderungan meningkatkan kadar polifenol teh hijau celup dari kedua produk meskipun tidak berbeda signifikan. Peningkatan total polifenol selama waktu penyeduhan disebabkan karena pelarutan katekin membutuhkan waktu yang lebih lama dalam penyeduhan (Mutmainnah, 2018). Kandungan total polifenol juga berpengaruh untuk membentuk warna dan rasa pada teh hijau, sehingga memberikan rasa sepat (Hara, 2011).

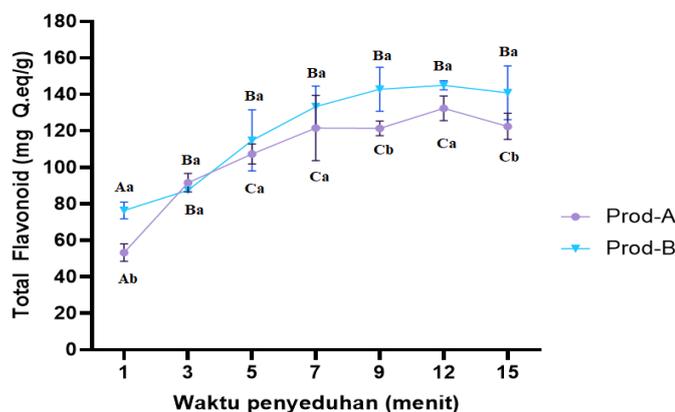


Gambar 3. Nilai total polifenol produk teh hijau celup dengan waktu penyeduhan berbeda. Notasi huruf kapital menunjukkan signifikansi perbedaan total polifenol produk terhadap waktu penyeduhan ( $p < 0,05$  berdasarkan DMRT). Notasi huruf kecil menunjukkan signifikansi perbedaan total polifenol dua produk pada waktu penyeduhan yang sama ( $p < 0,05$  berdasarkan uji-t). Notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara sampel dan antar waktu penyeduhan.

### Total flavonoid

Flavonoid merupakan salah satu jenis polifenol yang memiliki sifat sebagai antioksidan yang baik (Hidalgo *et al.*, 2010). Total flavonoid dalam teh menjadi salah satu hal penting untuk diperhatikan agar manfaat flavonoid dari teh didapatkan oleh tubuh secara maksimal dan hal ini dapat ditentukan berdasarkan lama waktu penyeduhannya. Gambar 4 menunjukkan total flavonoid seduhan teh hijau celup dengan berbagai waktu seduhan. Penyeduhan teh hijau celup selama 1 menit menunjukkan total flavonoid produk A lebih rendah (signifikan  $p < 0,05$ ) dibandingkan produk B yaitu, secara berurutan, 53,20 mg Q.E/g dan 76,30 mg Q.E/g. Lama durasi penyeduhan teh hijau celup menunjukkan kecenderungan meningkatkan kadar Total flavonoid pada air seduhan teh hijau celup. Hasil ini sebagaimana

dilaporkan oleh Fajar *et al.* (2018) suhu dan waktu ekstraksi berpengaruh terhadap kadar flavonoid teh hijau. penelitian tersebut melaporkan bahwa penyeduhan teh hijau menggunakan air suhu 95°C selama 15 menit memiliki kadar total flavonoid sebesar 252,3 mg.



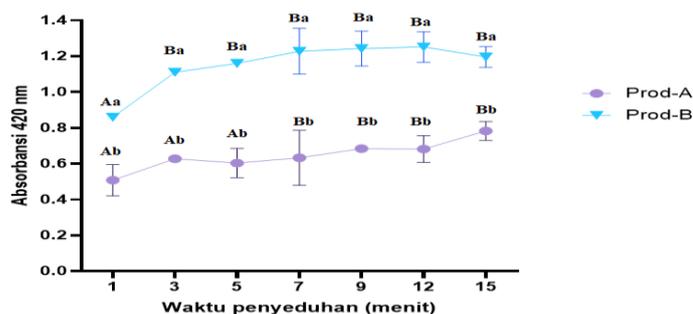
Gambar 4. Kadar flavonoid produk teh hijau celup dengan waktu penyeduhan berbeda. Notasi huruf kapital menunjukkan signifikansi perbedaan total flavonoid produk terhadap waktu penyeduhan ( $p < 0,05$  berdasarkan DMRT). Notasi huruf kecil menunjukkan signifikansi perbedaan total flavonoid dua produk pada waktu penyeduhan yang sama ( $p < 0,05$  berdasarkan uji-t). Notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara sampel dan antar waktu penyeduhan.

Secara keseluruhan, total flavonoid produk B lebih tinggi dibandingkan produk A. Perbedaan kadar flavonoid dari kedua produk ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu karena perbedaan kultivar, perbedaan perkebunan atau tempat tumbuhnya teh, teknik pemrosesan, cuaca, perbedaan metode preparasi, atau perbedaan suhu (Haytowitz *et al.*, 2013; Musial *et al.*, 2020). Dari ketujuh waktu seduhan untuk kedua produk, terdapat penurunan total flavonoid pada waktu penyeduhan selama 15 menit. Hal ini dapat terjadi karena terdapat waktu optimum dimana seluruh flavonoid telah terekstrak oleh air panas. Ketika waktu optimum ini tercapai, terjadi reaksi oksidasi dengan bantuan enzim polifenol oksidase (PPO) yang menyebabkan senyawa flavonoid yang terkandung dalam teh, yaitu katekin berubah menjadi teaflavin dan tearubigin (Kim *et al.*, 2011; Musial *et al.*, 2020). Perubahan flavonoid ini menyebabkan total flavonoid mengalami penurunan dari menit sebelumnya.

### Warna seduhan teh hijau

Warna merupakan salah satu parameter dalam menentukan mutu teh. Warna teh pun berpengaruh terhadap kandungan senyawa bioaktif yang dikandungnya (Sasmito & Dwi, 2020). Gambar 5 merupakan nilai absorbansi pada 2 produk teh hijau celup dengan berbagai waktu penyeduhan. Produk A memiliki nilai absorbansi sebesar 0,51 pada menit 1 dan meningkat nilai absorbansinya menjadi 0,79 pada menit 15. produk B memiliki nilai absorbansi lebih tinggi jika dibandingkan dengan absorbansi warna seduhan produk A (berbeda signifikan pada taraf  $p < 0,5$ ).

Gambar 5 menunjukkan bahwa kedua produk memiliki nilai absorbansi yang cenderung meningkat. Produk B memiliki nilai yang turun di akhir karena teh dalam keadaan jenuh mengekstrak, sehingga kemampuan ekstraksi sudah menurun. Kedua produk memiliki kecenderungan meningkat nilai absorbansinya dengan semakin lama waktu penyeduhan. Tingginya nilai absorbansi warna seduhan teh, semakin tinggi kandungan polifenol yang dikandungnya (Huang *et al.*, 2005). Pada penelitian Ramlah (2017), warna yang lebih pekat memiliki kadar flavonoid yang tinggi, sehingga memiliki aktivitas antioksidan yang tinggi pula.

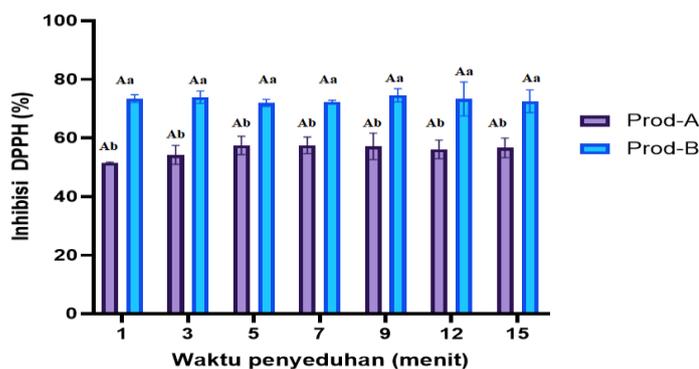


Gambar 5. Nilai absorbansi produk teh hijau celup dengan waktu penyeduhan berbeda.

Notasi huruf kapital menunjukkan signifikansi perbedaan produk terhadap waktu penyeduhan ( $p < 0,05$  berdasarkan DMRT). Notasi huruf kecil menunjukkan signifikansi perbedaan dua produk pada waktu penyeduhan yang sama ( $p < 0,05$  berdasarkan uji-t). Notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara sampel dan antar waktu penyeduhan.

### Aktivitas penghambatan radikal bebas

Gambar 6 menunjukkan aktivitas penghambatan radikal bebas (%inhibisi) dari dua produk teh hijau celup dengan waktu penyeduhan berbeda. Kedua produk memiliki kemampuan penghambatan radikal bebas DPPH yang berbeda seiring dengan waktu penyeduhan. Produk A memiliki aktivitas %inhibisi lebih rendah, berbeda signifikan dibandingkan pada produk B ( $p < 0,05$ ), secara berurutan sebesar 51,56% dan 73,44% pada menit ke-1. Sedangkan lama waktu penyeduhan selama satu (1) hingga 15 menit menunjukkan tidak terdapat perbedaan signifikan terhadap peningkatan % inhibisi DPPH. Pereira et al. (2014) menyebutkan bahwa kandungan senyawa antioksidan bervariasi untuk setiap merek teh celup. Perbedaan aktivitas penghambatan radikal bebas antara Produk A dan produk B kemungkinan disebabkan oleh kondisi lingkungan tempat tanam teh, musim panen, dan pengolahan teh di pabrik yang berbeda untuk setiap produk yang diuji (Fajrina *et al.*, 2016).



Gambar 6. Aktivitas penghambatan radikal bebas DPPH (%inhibisi) produk teh hijau celup dengan waktu penyeduhan berbeda. Notasi huruf kapital menunjukkan signifikansi perbedaan nilai %inhibisi produk terhadap waktu penyeduhan ( $p < 0,05$  berdasarkan DMRT).

Notasi huruf kecil menunjukkan signifikansi perbedaan %inhibisi dua produk pada waktu penyeduhan yang sama ( $p < 0,05$  berdasarkan uji-t). Notasi yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antara sampel dan antar waktu penyeduhan.

Saat menyeduh teh hijau, terjadi proses ekstraksi senyawa aktif oleh pelarut yaitu air panas. Semakin lama waktu yang dibutuhkan untuk menyeduh, maka akan semakin meningkat senyawa bioaktif yang terekstrak (Dewata *et al.*, 2017). Hal ini bisa terlihat dengan semakin meningkatnya kadar total polifenol dan total flavonoid pada seduhan teh hijau celup

(Gambar 3 dan Gambar 4). Menurut Kim *et al.* (2011), senyawa polifenol termasuk flavonoid merupakan senyawa aktif teh hijau yang berkontribusi terhadap aktivitas antioksidan teh. Dobrinas *et al.* (2021) melaporkan bahwa aktivitas antioksidan sampel teh hijau meningkat dengan semakin lamanya waktu penyeduhan. Namun, dari aktivitas penangkal radikal bebas (Gambar 6), lama penyeduhan teh hijau celup menunjukkan tidak berbeda signifikan terhadap peningkatan aktivitas radikal bebas. Hal ini dapat disebabkan oleh kandungan senyawa antioksidan yang terekstrak tidak mengalami peningkatan yang signifikan dengan bertambahnya waktu penyeduhan (Chadijah *et al.*, 2021).

### Analisis korelasi antara sifat fisik dan senyawa bioaktif teh hijau celup

Tabel 2 menunjukkan hubungan antara sifat fisik (rasio rehidrasi, *swelling rate*, warna seduhan) dengan aktivitas senyawa bioaktif (total polifenol, total flavonoid, dan aktivitas penghambatan radikal bebas) pada produk teh hijau celup dengan lama penyeduhan berbeda. Hasil analisis menunjukkan korelasi positif antara rasio rehidrasi dengan *swelling rate* ( $p < 0.05$ ). Ramalho *et al.* (2013) menyatakan bahwa *swelling* berkaitan dengan mekanisme penyerapan air dimana *swelling rate* meningkat dengan bertambahnya penyerapan air (rehidrasi). Sedangkan warna seduhan, total polifenol, total flavonoid, dan aktivitas antioksidan berkorelasi negatif ( $p < 0.05$ ) dengan nilai *swelling rate* dan rasio rehidrasi.

Tabel 2. Hasil uji *Pearson Correlation* untuk setiap parameter analisis pada produk teh hijau celup

Variabel	Rasio rehidrasi	<i>Swelling rate</i>	Warna seduhan	Total Polifenol	Total Flavonoid	DPPH
Rasio rehidrasi	1					
<i>Swelling rate</i>	<b>0,758*</b>	1				
Warna seduhan	<b>-0,481*</b>	<b>-0,774*</b>	1			
Total Polifenol	<b>-0,442*</b>	<b>-0,704*</b>	<b>0,916*</b>	1		
Total Flavonoid	-0,277	-0,191	<b>0,500*</b>	<b>0,479*</b>	1	
DPPH	<b>-0,474*</b>	<b>-0,838*</b>	<b>0,896*</b>	<b>0,812*</b>	<b>0,339*</b>	1

\*nilai angka tercetak tebal menunjukkan signifikansi pada  $p < 0,05$

Terdapat korelasi positif yang kuat pada warna seduhan dengan total polifenol (0,91;  $p < 0,05$ ) dan aktivitas antioksidan (0,896;  $p < 0,05$ ) teh hijau celup. Selain itu, aktivitas antioksidan berkorelasi positif dengan jumlah total polifenol pada teh hijau (0,812;  $p < 0,05$ ). aktivitas antioksidan sangat berkaitan dengan kadar total polifenol dan flavonoid teh. Tingginya kadar total polifenol dan flavonoid, semakin besar aktivitas penghambatan radikal bebasnya (Prawira-Atmaja *et al.*, 2022). Peningkatan intensitas warna seduhan teh sebanding dengan banyaknya kadar bahan terlarut, yaitu flavonoid yang merupakan kelompok senyawa polifenol (Ulandari *et al.*, 2019). Adapun Kusmiyati *et al.* (2015) melaporkan bahwa semakin tinggi kandungan total polifenol dan flavonoid, maka antioksidan yang terdapat pada teh hijau memiliki nilai yang tinggi juga.

### KESIMPULAN

Penelitian ini mengevaluasi mutu teh hijau celup komersial dengan lama waktu penyeduhan. Produk A dan Produk B memiliki perbedaan pada sifat fisik (*swelling rate*, warna

air seduhan, dan rasio rehidrasi) dan aktivitas senyawa bioaktif (total polifenol, total flavonoid, dan aktivitas antioksidan). selama penyeduhan, teh akan menyerap kembali air dan terjadi perubahan bobot dan ukuran teh. Selain itu, Kadar total polifenol dan total flavonoid teh hijau celup akan meningkat dengan semakin lama waktu penyeduhan. Peningkatan kadar total polifenol dan flavonoid berkorelasi positif dengan aktivitas antioksidan teh hijau celup. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi referensi dan edukasi tata cara penyeduhan sehingga bisa memperoleh manfaat yang optimal dari teh hijau celup. penelitian lebih lanjut diperlukan terkait penerimaan konsumen terhadap lama waktu penyeduhan teh hijau celup.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Cabrera, C., Artacho, R., & Giménez, R. (2006). Beneficial effects of green tea—a review. *Journal of the American College of Nutrition*, 25(2), 79–99. <https://doi.org/10.1080/07315724.2006.10719518>
- Chadijah, S. (2021). Optimalisasi Suhu dan Waktu Penyeduhan Daun Teh Hijau (*Camellia sinensis* L.) P+ 3 terhadap Kandungan Antioksidan Kafein, Katekin dan Tanin. *Bencoolen Journal of Pharmacy*, 1(1), 59-65.
- Dewata, I. P., Wipradnyadewi, P. A. S., & Widarta, I. W. R. (2017). Pengaruh suhu dan lama penyeduhan terhadap aktivitas antioksidan dan sifat sensoris teh herbal daun alpukat (*Persea americana* mill.). *Jurnal ITEPA*, 6(2), 30-39.
- Dobrinias, S., Soceanu, A., Popescu, V., Carazeanu Popovici, I., & Jitariu, D. (2021). Relationship between total phenolic content, antioxidant capacity, Fe and Cu content from tea plant samples at different brewing times. *Processes*, 9(8). <https://doi.org/10.3390/pr9081311>
- Fajar, R. I., Wrasati, L. P., & Suhendra, L. (2018). Kandungan senyawa flavonoid dan aktivitas antioksidan ekstrak teh hijau pada perlakuan suhu awal dan lama penyeduhan. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 6(3), 196. <https://doi.org/10.24843/jrma.2018.v06.i03.p02>
- Fajrina, A., Jubahar, J., & Sabirin, S. (2016). Penetapan kadar tanin pada teh celup yang beredar dipasaran secara spektrofotometri UV-Vis. *Jurnal Farmasi Higea*, 8(2), 133-142.
- Hara, Y. (2011). Tea catechins and their applications as supplements and pharmaceuticals. *Pharmacological Research*, 64(2), 100–104. <https://doi.org/10.1016/j.phrs.2011.03.018>
- Haytowitz, D. B., Bhagwat, S., & Holden, J. M. (2013). Sources of variability in the flavonoid content of foods. *Procedia Food Science*, 2, 46–51. <https://doi.org/10.1016/j.profoo.2013.04.008>
- Hidalgo, M., Sánchez-Moreno, C., & de Pascual-Teresa, S. (2010). Flavonoid-flavonoid interaction and its effect on their antioxidant activity. *Food Chemistry*, 121(3), 691–696. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.12.097>
- Huang, Y., Xu, J., & Hu, Q. (2005). Effect of selenium on preservation quality of green tea during autumn tea-processing season. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53(19), 7444–7447. <https://doi.org/10.1021/jf048314j>
- Jha, D. K., Dhekne, P. P., & Patwardhan, A. W. (2020). Characterization and evaluation of tea bag papers. *Journal of Food Science and Technology*, 57(8), 3060–3070. <https://doi.org/10.1007/s13197-020-04339-z>

- Joshi, B. S., Farakte, R. A., Yadav, G. U., Patwardhan, A. W., & Singh, G. (2016). Swelling kinetics of tea in hot water. *Journal of Food Science and Technology*, 53(1), 315–325. <https://doi.org/10.1007/s13197-015-2023-9>
- Kim, Y., Goodner, K. L., Park, J. D., Choi, J., & Talcott, S. T. (2011). Changes in antioxidant phytochemicals and volatile composition of *Camellia sinensis* by oxidation during tea fermentation. *Food Chemistry*, 129(4), 1331–1342. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.05.012>
- Kusmiyati, M., Sudaryat, Y., Lutfiah, I. A., Rustamsyah, A., & Rohdiana, D. (2015). Aktivitas antioksidan, kadar fenol total, dan flavonoid total dalam teh hijau (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze) asal tiga perkebunan Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Teh dan Kina*, 18(2), 101–106.
- Lin, X., Zhang, L., Lei, H., Zhang, H., Cheng, Y., Zhu, R., & Ruan, R. (2010). Effect of drying technologies on the quality of green tea. *International Agricultural Engineering Journal*, 19(3), 30–37.
- Musial, C., Kuban-Jankowska, A., & Gorska-Ponikowska, M. (2020). Beneficial properties of green tea catechins. *International Journal of Molecular Sciences*, 21(5), 1744.
- Mutmainnah *et al.* (2018). Penentuan suhu dan waktu optimum penyeduhan batang teh hijau (*Camellia sinensis* L.) terhadap kandungan antioksidan kafein, tanin dan katekin. *Lantanida Journal*, 6(1), 1–11.
- Nyambe-Silavwe, H., Villa-Rodriguez, J. A., Ifie, I., Holmes, M., Aydin, E., Jensen, J. M., & Williamson, G. (2015). Inhibition of human  $\alpha$ -amylase by dietary polyphenols. *Journal of Functional Foods*, 19, 723–732. <https://doi.org/10.1016/j.jff.2015.10.003>
- Pereira, V. P., Knor, F. J., Velloso, J. C. R., & Beltrame, F. L. (2014). Determination of phenolic compounds and antioxidant activity of green, black and white teas of *Camellia sinensis* (L.) Kuntze, Theaceae. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*, 16(3), 490–498. [https://doi.org/10.1590/1983-084X/13\\_061](https://doi.org/10.1590/1983-084X/13_061).
- Prawira-Atmaja, M. I., Ula, F., Maulana, H., Harianto, S., Shabri, S., & Arief, D. Z. (2022). Effect of fixation methods and various clones of *Camellia sinensis* var. *sinensis* (L) properties and antioxidant activity of Indonesian green tea. *International Journal of Secondary Metabolite*, 9(3), 278–289. <https://doi.org/10.21448/ijsm.1014894>.
- Prawira-Atmaja, M. I., Azhary, B., Harianto, S., Maulana, H., Shabri, & Rohdiana, D. (2019). Grade teh hijau berpengaruh terhadap total polifenol, rasio rehidrasi dan warna seduhan teh. *Jurnal Ilmu Pangan Dan Hasil Pertanian*, 3(2), 159–169.
- Ramalho, S. A., Nigam, N., Oliveira, G. B., de Oliveira, P. A., Silva, T. O. M., dos Santos, A. G. P., & Narain, N. (2013). Effect of infusion time on phenolic compounds and caffeine content in black tea. *Food Research International*, 51(1), 155–161. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2012.11.031>.
- Ramlah. (2017). *Penentuan suhu dan waktu optimum penyeduhan daun teh hijau (Camellia sinensis L.) p+2 terhadap kandungan antioksidan kafein, tannin, dan katekin*. [Skripsi, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar]. UIN Alauddin Makassar Repository.
- Sami, F. J., & Rahimah, S. (2016). Uji aktivitas antioksidan ekstrak metanol bunga brokoli (*brassica oleracea l. var. italica*) dengan metode dpph (2,2 diphenyl-1-picrylhydrazyl) dan metode ABTS (2,2 azinobis (3-etilbenzotiazolin)-6-asam sulfonat). *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 2(2), 107–110. <https://doi.org/10.33096/jffi.v2i2.179>.

- Sasmito, B. B., & Dwi. (2020). Pengaruh suhu dan waktu penyeduhan teh hijau daun *Sonneratia Alba* terhadap aktivitas antioksidannya. *JFMR-Journal of Fisheries and Marine Research*, 4(1), 109–115. <https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2020.004.01.16>.
- Ulandari et al. (2019). Pengaruh suhu pengeringan terhadap kandungan komponen bioaktif dan karakteristik sensoris teh white peony. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 8(1), 36–47.
- Yadav, G. U., Farakte, R. A., Patwardhan, A. W., & Singh, G. (2018). Effect of brewing temperature, tea types and particle size on infusion of tea components. *International Food Research Journal*, 25(3), 1228–1238.
- Yildirim, R. M., Ozulku, G., Toker, O. S., Baslar, M., Durak, M. Z., & Sagdic, O. (2017). Modeling of bioactive compound content of different tea bags: effect of steeping temperature and time. *Journal of Food Processing and Preservation*, 41(1), 1–10. <https://doi.org/10.1111/jfpp.12773>