

Karakteristik Teh Herbal Daun Jambu Biji dengan Penambahan Minyak Atsiri Kayu Putih (*Eucalyptus globulus*) dan Sari Lemon (*Citrus limon*)

Characteristics of Guava Leaf Herbal Tea with the Addition of Eucalyptus Oil and Lemon Juice

Gilda Tasya Amanda, Yuniwaty Halim*, Ratna Handayani

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Pelita Harapan, Banten 15811, Indonesia

*E-mail: yuniwaty.halim@uph.edu

Diterima: 1 Februari 2025; Disetujui: 11 Februari 2026

ABSTRAK

Teh herbal merupakan salah satu minuman yang paling banyak dikonsumsi karena efek positifnya terhadap kesehatan. Kekurangan dari teh herbal daun jambu biji adalah rasanya yang sepat dan pahit. Diketahui bahwa proses fermentasi seperti pada pembuatan teh hitam dapat mengurangi rasa sepat dan pahit, serta menghasilkan aroma dan warna yang unik. Dalam penelitian ini, teh herbal daun jambu biji dibuat dengan penambahan sari lemon dan minyak atsiri *Eucalyptus globulus* untuk meningkatkan aktivitas antioksidan dan penerimaan secara organoleptik. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan suhu dan waktu penyeduhan terbaik dan menentukan pengaruh penambahan sari lemon dan minyak atsiri *Eucalyptus globulus* terhadap karakteristik teh herbal daun jambu biji. Teh herbal diseduh pada suhu 70, 80, 90°C selama 5, 10, dan 15 menit. Hasil menunjukkan penyeduhan pada suhu 90°C dengan waktu 10 menit menghasilkan aktivitas antioksidan terbaik. Setelah itu, teh herbal daun jambu biji ditambahkan sari lemon dan minyak atsiri *Eucalyptus globulus*. Jika dibandingkan dengan kontrol, penambahan konsentrasi sari lemon 3% dan minyak atsiri *Eucalyptus globulus* 0,15% menghasilkan aktivitas antioksidan lebih rendah, yaitu IC_{50} sebesar $11233,67 \pm 191,76$ ppm dan tergolong dalam aktivitas antioksidan sangat lemah. Namun, penambahan sari lemon dan minyak atsiri *Eucalyptus globulus* meningkatkan kecerahan (*brightness*) teh, kesukaan terhadap warna dan menurunkan rasa sepat. Hasil penelitian ini menunjukkan potensi pengembangan minuman fungsional dari daun jambu biji, namun penelitian lanjutan mengenai kestabilan senyawa aktifnya selama penyimpanan masih diperlukan.

Kata kunci: Antioksidan; fisikokimia; polifenol; *Psidium guajava* L.; teh herbal

ABSTRACT

Herbal tea is among the most widely consumed beverages due to its positive health effects. The drawback of guava leaf herbal tea is its astringent and bitter taste. The fermentation process, as in the production of black tea, can reduce the astringent and bitter taste while producing a unique aroma and color. In this study, guava leaf herbal tea was prepared with the addition of lemon juice and *Eucalyptus globulus* essential oil to enhance its antioxidant activity and organoleptic acceptance. The purpose of this study was to determine the optimal brewing temperature and time, and to determine the effects of adding lemon juice and *Eucalyptus* essential oil on the characteristics of guava leaf herbal tea. Tea was brewed at temperatures of 70, 80, and 90°C for 5, 10, and 15 minutes. Results showed that brewing at 90°C for 10 minutes produced the best antioxidant activity. Subsequently, guava leaf herbal tea was added with lemon juice and *Eucalyptus globulus* essential oil. Compared to control, the addition of 3% lemon juice and 0.15% *Eucalyptus globulus* essential oil resulted in lower antioxidant activity (IC_{50} value of $11,233.67 \pm 191.76$ ppm), which is categorized as very weak antioxidant activity. However, the addition of lemon juice and *Eucalyptus globulus* essential oil increased the brightness of tea, improved color preference, and reduced the astringent taste. These findings show the potential of developing a functional beverage from guava leaves, although further research on the stability of its active compounds during storage is still required.

Keywords: Antioxidant; herbal tea; physicochemical; polyphenol; *Psidium guajava* L.

PENDAHULUAN

Teh Herbal atau "tisanes" adalah teh yang berasal dari berbagai jenis bagian tanaman seperti akar, daun, dan biji yang komponen utamanya bukan berasal dari tanaman *Camellia sinensis*. Teh herbal pada umumnya digunakan sebagai obat tradisional karena adanya kandungan fenolik yang diketahui berfungsi sebagai antimikroba, antioksidan dan antikarsinogenik. Selain itu, keunggulan lain dari teh herbal adalah tidak mengandung kafein seperti pada teh dan kopi (Chandrasekara & Shahidi, 2018; Tipduangta et al., 2019).

Salah satu tanaman yang banyak dimanfaatkan dalam pembuatan teh herbal adalah jambu biji (Liu et al., 2023). Daun jambu biji, terutama varietas getas merah banyak digunakan secara tradisional dalam pengobatan diare dan masalah pencernaan lainnya. Hal ini dikarenakan adanya komponen bioaktif polifenol, seperti kuersetin dan senyawa flavonoid lainnya, serta asam galat dan ferulat pada daun jambu biji, yang juga dapat berfungsi sebagai antioksidan (Kumar et al., 2021; Laily et al., 2015).

Saat ini, teh herbal dapat diklasifikasikan menjadi teh herbal non-fermentasi, semi-fermentasi, dan teh herbal fermentasi. Teh herbal fermentasi merupakan teh herbal yang melalui proses fermentasi seperti pada pembuatan teh

hitam (Liu et al., 2023). Keunggulan dari proses fermentasi adalah adanya komponen theaflavin yang menghasilkan aroma dan warna yang unik (Samanta et al., 2015). Selain itu, perubahan polifenol pada teh menjadi theaflavin pada proses fermentasi dapat mengurangi rasa pahit jika dibandingkan dengan teh yang tidak difermentasi (Pou, 2019; Savitri et al., 2019). Namun kekurangan pada teh hasil fermentasi adalah kandungan antioksidannya yang akan menurun (Rohadi et al., 2019).

Minyak atsiri *Eucalyptus globulus* banyak digunakan sebagai *flavouring agent* maupun sebagai pengobatan, salah satunya pada saat pandemi Covid-19 Öztürk dan Safçi, 2022). Minyak atsiri *Eucalyptus globulus* juga diketahui mengandung senyawa *eucalyptol* yang dapat berfungsi anti-virus (Elsebai & Albalawi, 2022) dan antioksidan yang berasal dari kandungan bioaktifnya, yaitu komponen fenolik dan asam klorogenik (González-Burgos et al., 2018).

Lemon merupakan tanaman yang mengandung senyawa natural seperti asam askorbat, flavonoid, asam sitrat, dan fenolik (Makni et al., 2018). Berdasarkan penelitian sebelumnya lemon impor memiliki aktivitas antioksidan lebih tinggi dibandingkan lemon lokal. Nilai aktivitas antioksidan pada lemon impor diketahui sebesar 76,83 ppm dan tergolong ke dalam aktivitas antioksidan kuat (Puspitasari et al., 2019; Krisnawan et al., 2017).

Proses pembuatan teh herbal daun jambu biji dalam penelitian ini menggunakan tahapan fermentasi seperti pada pembuatan teh hitam, serta ditambahkan juga sari lemon dan minyak atsiri *Eucalyptus globulus*. Proses pembuatan diharapkan dapat meningkatkan karakteristik sensori dan aktivitas antioksidan dari teh herbal daun jambu biji yang selama ini telah diteliti, yaitu dalam hal peningkatan *brightness*, rasa, aroma, serta aktivitas antioksidan.

Hingga saat ini, belum ada penelitian yang mengkaji pengaruh penambahan minyak atsiri *Eucalyptus globulus* maupun sari lemon terhadap karakteristik fisikokimia dan sensori seduhan teh herbal daun jambu biji. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah menentukan suhu dan waktu penyeduhan untuk menghasilkan teh herbal daun jambu biji dengan karakteristik fisikokimia terbaik dan mengetahui pengaruh penambahan asam dari sari lemon dan minyak atsiri *Eucalyptus globulus* terhadap karakteristik fisikokimia dan sensori teh herbal daun jambu biji.

METODOLOGI

Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu daun jambu biji varietas getas merah (*Psidium guajava* L.) yang diperoleh dari Toko 'Tanaman Hias' di Jakarta Timur dengan karakteristik merupakan daun tua, tidak terdapat warna kuning maupun lubang pada daun, panjang daun ± 10 cm, lemon impor (*Citrus limon*) yang diperoleh dari supermarket di Tangerang, dengan karakteristik panjang buah $\pm 11-13$ cm dan berwarna kuning, minyak atsiri *Eucalyptus* yang diperoleh dari PT. Aroma Indesso. Bahan yang digunakan untuk analisis, yaitu air mineral "Amidis", larutan DPPH, etanol 96% "Smart-Lab", asam galat "EMSURE", pereaksi Folin-Ciocalteu "Merck", Na_2CO_3 "EMSURE", kuersetin "EMSURE", AlCl_3 "EMSURE", Vanilin "Merck", asam hidroklorida 37% "Merck", dan metanol "Merck".

Alat yang digunakan dalam pembuatan teh herbal adalah oven "Memmert UNE 800", termometer, *heater* "Barnstead Termolyne Cimarec", dan panci Alat yang digunakan dalam analisis adalah kromameter "Konica Minolta", timbangan analitik "Ohaus", vortex "Thermo Scientific", UV-Vis spektrofotometer "Genesys 10S", pH meter "Ohaus", kuvet "Hellma", dan alat-alat gelas "IWAKI PYREX".

Prosedur Penelitian

Penelitian Tahap Pertama

Penelitian tahap pertama bertujuan untuk menentukan suhu dan waktu penyeduhan teh herbal daun jambu biji terbaik berdasarkan aktivitas antioksidannya. Metode pembuatan daun teh herbal daun jambu biji dilakukan berdasarkan penelitian sebelumnya oleh Hardoko dan Putri, 2015), Luh et al. (2014), dan Teshome (2019). Proses pembuatan daun teh herbal mengikuti proses pembuatan teh hitam. Daun jambu biji varietas getas merah disortasi, dicuci, dan dilakukan pelayuan selama 16 jam di suhu ruang. Setelah pelayuan, dilakukan penggulangan selama 25 menit dan dilanjutkan proses fermentasi selama 100 menit. Proses pengeringan akan dilakukan selama 6 jam pada suhu 70°C , sehingga didapatkan daun teh jambu biji. Analisis yang dilakukan yaitu rendemen (Dewatisari et al., 2018) dan kadar air (AOAC, 2005). Metode pembuatan teh herbal daun jambu biji getas merah berdasarkan Shannon et al. (2018) dan Albab et al. (2018). Perlakuan penyeduhan teh dilakukan pada suhu 70°C , 80°C , 90°C dengan waktu 5 menit, 10 menit dan 15 menit.

Daun teh jambu biji ditimbang sebanyak 4 g dan dimasukkan ke dalam 200 ml air dan diseduh pada berbagai kombinasi suhu dan waktu perebusan, yaitu suhu 70°C , 80°C , 90°C dengan waktu 5 menit, 10 menit dan 15 menit. Setelah itu, daun jambu biji disaring, sehingga didapatkan teh herbal daun jambu biji. Analisis yang dilakukan meliputi aktivitas antioksidan dengan metode DPPH (Siregar dan Kristanti, 2019), pH (Lunkes dan Hashizume, 2014), dan warna dengan kromameter (Kaemba, 2017; Pathare et al., 2013).

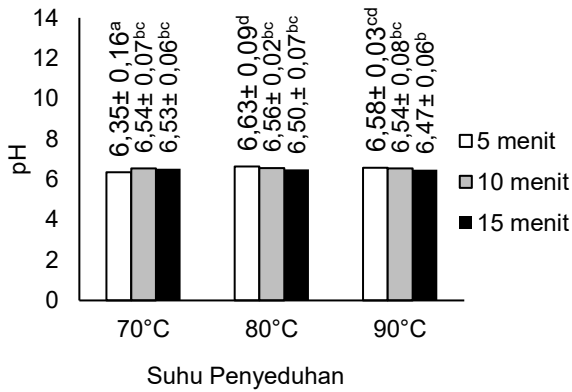
Penelitian Tahap Dua

Penelitian tahap dua bertujuan untuk menentukan pengaruh penambahan asam dan minyak atsiri *Eucalyptus* terhadap karakteristik teh herbal daun jambu biji. Teh herbal daun jambu biji dipersiapkan berdasarkan suhu dan waktu penyeduhan terbaik yang diperoleh dari penelitian tahap pertama. Setelah itu, sari lemon ditambahkan pada konsentrasi 1, 2, dan 3% (v/v), sedangkan minyak atsiri *Eucalyptus* ditambahkan pada konsentrasi 0,05%, 0,10% dan 0,15% (v/v) (Sipahelut et al., 2017). Analisis yang dilakukan meliputi aktivitas antioksidan dengan metode DPPH (Siregar dan Kristanti, 2019), pH (Lunkes dan Hashizume, 2014), warna (Kaemba, 2017; Pathare et al., 2013), analisis total fenolik (Hartanti et al., 2019), total flavonoid (Hardoko dan Putri, 2015), total tanin terkondensasi (Herald et al., 2014). Uji sensori berupa uji skoring dan hedonik dilakukan pada perlakuan terpilih dengan menggunakan 25 panelis semi terlatih (mahasiswa wanita/pria berusia 18-22 tahun yang telah mendapatkan pelatihan sensori di perkuliahan) untuk hasilnya dibandingkan dengan kontrol (Lawless dan Heyman, 2010).

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan pada penelitian tahap pertama adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) 2 faktor dengan 3 level dan 3 pengulangan. Faktor yang digunakan adalah suhu penyeduhan (70°C , 80°C , 90°C) dan waktu penyeduhan (5 menit, 10 menit, 15 menit). Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan uji *Univariate* dan uji *Post hoc* Duncan menggunakan SPSS versi 25.

Rancangan percobaan pada penelitian tahap dua adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) 2 faktor dengan 3 level dan 3 pengulangan. Faktor yang digunakan adalah konsentrasi sari lemon (1%, 2%, 3%) dan konsentrasi minyak atsiri *Eucalyptus* (0,05%, 0,10%, 0,15%). Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan uji *Univariate* dan uji *Post hoc* Duncan menggunakan SPSS versi 25.



Keterangan: Notasi *superscript* yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

Gambar 1. Pengaruh suhu dan waktu penyeduhan terhadap pH

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air dan Rendemen Daun Teh Jambu Biji

Daun teh jambu biji pada penelitian ini dibuat menggunakan metode pembuatan teh hitam (Luh et al., 2014). Hasilnya yaitu daun teh jambu biji memiliki kadar air 9,66% dan nilai rendemen sebesar $38,57 \pm 3,79\%$. Menurut Wickramasinghe et al., (2020), daun teh dengan kualitas yang baik harus memiliki kadar air di bawah 7%, namun Barek et al. (2015) menyatakan bahwa pengeringan daun teh hingga kadar air kurang dari 15% telah dapat memperpanjang umur simpan daun teh dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Oleh karena itu, pengeringan pada suhu 70°C selama 6 jam yang dilakukan pada penelitian ini telah dapat menghasilkan daun teh dengan kadar air yang cukup rendah.

Pengaruh Suhu dan Waktu Penyeduhan terhadap Karakteristik Teh Herbal Daun Jambu Biji pH

Analisis pH pada teh herbal ini dilakukan karena pH menentukan stabilitas polifenol pada teh. Nilai pH semakin mendekati nilai 7 secara signifikan mempengaruhi kestabilan warna dan penurunan katekin pada teh, namun pada pH yang asam, komponen polifenol lebih stabil (Zeng et al., 2017). Hasil analisis statistik menggunakan analisis *Univariate* menunjukkan bahwa interaksi antara suhu dan waktu penyeduhan memberikan pengaruh yang signifikan ($p \leq 0,05$) terhadap pH teh herbal daun jambu biji yang dihasilkan. Hasil ini dapat dilihat pada Gambar 1.

Gambar 1 juga menunjukkan bahwa pH teh herbal daun jambu biji semakin menurun seiring meningkatnya lamanya waktu penyeduhan, kecuali pada suhu penyeduhan 70°C. Penurunan nilai pH seiring dengan meningkatnya suhu dan waktu penyeduhan dapat terjadi karena suhu dan waktu penyeduhan akan mempengaruhi kestabilan H⁺ pada senyawa polifenol yang ada di dalam seduhan teh, sehingga semakin lama teh terinfusi dalam air maka, polifenol semakin banyak terekstraksi ke dalam air (Liang dan Xu, 2001).

Warna

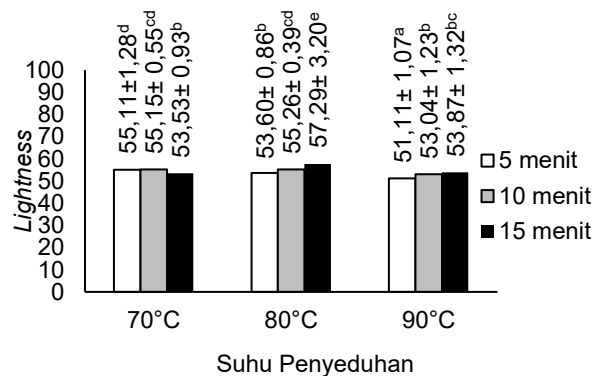
Analisis warna pada teh herbal daun jambu biji dilakukan untuk mengukur tingkat kecerahan atau *brightness* dari teh herbal yang dihasilkan. Pada penelitian ini, hanya nilai *brightness* yang diukur untuk menunjukkan pengaruh suhu dan waktu penyeduhan terhadap kecerahan teh dan bukan untuk mendeskripsikan warna seduhan teh yang dihasilkan.

Hasil analisis statistik menggunakan analisis *Univariate* menunjukkan bahwa interaksi antara suhu dan waktu penyeduhan memberikan pengaruh yang signifikan ($p \leq 0,05$) terhadap warna seduhan teh herbal daun jambu biji yang dihasilkan. Hasil ini dapat dilihat pada Gambar 2.

Nilai *brightness* pada suhu 80°C dan 90°C terjadi peningkatan warna menjadi semakin cerah seiring dengan meningkatnya waktu penyeduhan, sedangkan pada suhu 70°C terjadi penurunan nilai *brightness* menjadi semakin gelap. Hal ini disebabkan oleh *theaflavin* yang terdegradasi dan terurai pada kondisi netral atau alkali, penguraian *theaflavin* menjadi anion atau garam, dan degradasi yang menyebabkan *theaflavin* kehilangan warna dan berubah menjadi *thearubigin* (Liang dan Xu, 2001).

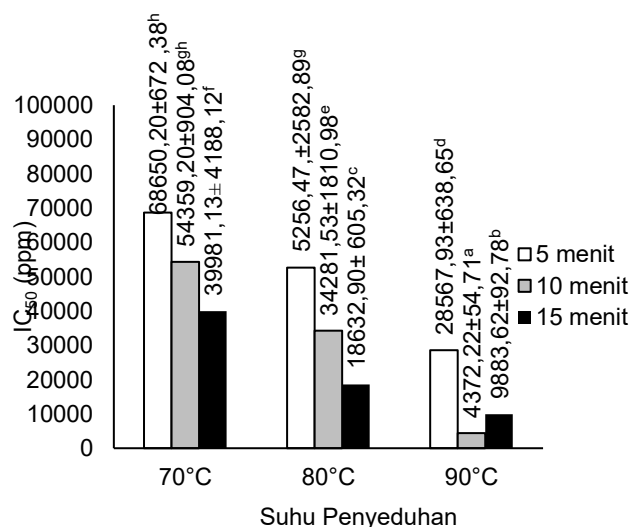
Aktivitas Antioksidan

Aktivitas antioksidan pada teh herbal daun jambu biji dianalisis menggunakan metode DPPH yang diukur berdasarkan kemampuan sampel menghambat proses oksidasi radikal bebas sebesar 50% dan dinyatakan dalam nilai IC₅₀ (Widyowati dan Ulfah, 2014). Hasil analisis statistik menggunakan analisis *Univariate* menunjukkan bahwa interaksi antara suhu dan waktu penyeduhan memberikan pengaruh yang signifikan ($p \leq 0,05$) terhadap aktivitas antioksidan teh herbal daun jambu biji yang dihasilkan. Hasil ini dapat dilihat pada Gambar 3.



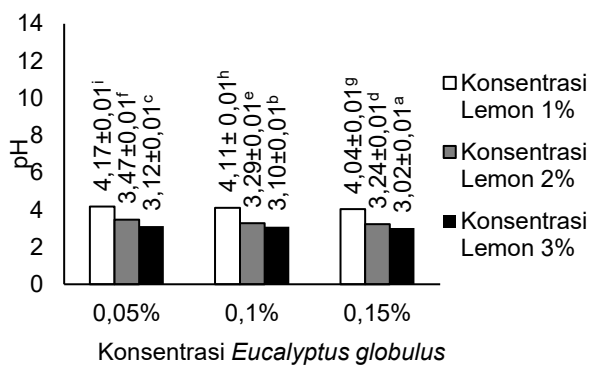
Keterangan: Notasi *superscript* yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

Gambar 2. Pengaruh suhu dan waktu penyeduhan terhadap *Brightness*



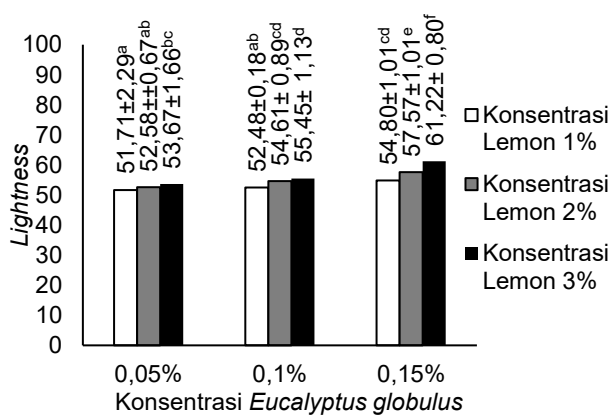
Keterangan: Notasi *superscript* yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

Gambar 3. Pengaruh suhu dan waktu penyeduhan terhadap aktivitas antioksidan



Keterangan: Notasi *superscript* yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

Gambar 4. Pengaruh konsentrasi sari lemon dan *Eucalyptus globulus* terhadap pH teh herbal



Keterangan: Notasi *superscript* yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($p \leq 0,05$)

Gambar 5. Pengaruh konsentrasi sari lemon dan *Eucalyptus globulus* terhadap warna (*brightness*) teh herbal

Gambar 3 menunjukkan bahwa secara umum suhu penyeduhan yang lebih tinggi dan waktu penyeduhan yang lebih lama menghasilkan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi, ditandai dengan nilai IC_{50} yang semakin kecil. Hal ini dikarenakan meningkatnya suhu dan waktu penyeduhan menyebabkan ekstraksi komponen bioaktif yang lebih banyak (Chang et al., 2020)

Gambar 3 juga menunjukkan bahwa pada suhu penyeduhan 90°C dengan waktu penyeduhan 15 menit terjadi penurunan aktivitas antioksidan. Penurunan aktivitas antioksidan dapat terjadi karena peningkatan kompleksitas molekul menyebabkan terjadinya efek sterik akibat derajat polimerisasi melebihi batas kritis, sehingga gugus hidroksil yang bereaksi dengan radikal bebas akan berkurang (Siah et al., 2011). Hajiaghaalipour et al. (2016) juga menyatakan bahwa aktivitas antioksidan teh herbal lebih efektif dilakukan pada penyeduhan suhu tinggi dengan waktu yang lebih singkat. Berdasarkan analisis aktivitas antioksidan, maka suhu dan waktu penyeduhan terpilih yang digunakan pada penelitian tahap berikutnya adalah suhu 90°C selama 10 menit.

Pengaruh Konsentrasi Sari Lemon dan Minyak Atsiri *Eucalyptus globulus* terhadap Karakteristik Teh Herbal Daun Jambu Biji pH

Hasil uji statistic menggunakan *Univariate* menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi sari lemon dan minyak

atsiri *Eucalyptus globulus* memberikan pengaruh yang signifikan ($p \leq 0,05$) terhadap pH teh herbal daun jambu biji yang dihasilkan. Hasil uji lanjut menggunakan *Post hoc* Duncan dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4 menunjukkan penambahan sari lemon secara signifikan menurunkan nilai pH pada teh herbal daun jambu biji. Hal ini karena sari lemon mengandung asam sitrat. Penelitian sebelumnya oleh Kilel et al., (2019) juga menyatakan bahwa teh ungu (*kenyan purple tea*) yang ditambahkan dengan asam sitrat sebanyak 0,1 g hingga 0,5 g mengalami penurunan pH dari 5,4 menjadi 2,4. Selain itu, penambahan sari lemon akan menstabilkan senyawa katekin pada teh. Semakin rendah nilai pH disebabkan oleh konsentrasi H^+ semakin meningkat di dalam larutan yang dapat mempengaruhi komponen bioaktif dan warna pada teh (Enko & Gliszczynska-Swiglo, 2015).

Penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan sari lemon menghasilkan seduhan teh herbal daun jambu biji dengan pH berkisar antara 3-4,5. Menurut (Shaik et al., (2023), minuman dengan nilai pH antara 2,1-7,4 telah disetujui secara legal untuk diedarkan di pasaran.

Warna

Hasil uji statistik menggunakan *Univariate* menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi sari lemon dan minyak atsiri *Eucalyptus globulus* memberikan pengaruh yang signifikan ($p \leq 0,05$) terhadap warna (*brightness*) teh herbal daun jambu biji yang dihasilkan. Hasil uji lanjut menggunakan *Post hoc* Duncan dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi lemon dan minyak atsiri *Eucalyptus globulus* yang ditambahkan, warna teh herbal yang dihasilkan semakin cerah, ditandai dengan nilai *brightness* yang semakin tinggi. Teh herbal dengan penambahan konsentrasi sari lemon 3% dengan konsentrasi minyak atsiri *Eucalyptus globulus* 0,15% menghasilkan warna yang paling cerah ($61,21 \pm 0,80$).

Nilai *brightness* pada teh herbal daun jambu biji getas merah dapat dipengaruhi oleh nilai pH, semakin rendah nilai pH seiring dengan meningkatnya konsentrasi sari lemon dan konsentrasi minyak atsiri *Eucalyptus globulus*, maka nilai *brightness* semakin tinggi. Penambahan sari lemon akan menghambat degradasi theaflavin menjadi thearubigin karena kandungan asamnya menyebabkan konsentrasi H^+ semakin meningkat di dalam larutan. Degradasi menyebabkan *theaflavin* kehilangan warna dan berubah menjadi *thearubigin* pada kondisi alkali atau netral (Liang dan Xu, 2001). Hal ini didukung oleh hasil analisis pH pada Gambar 4 yang menunjukkan teh herbal daun jambu biji yang ditambahkan sari lemon dan *Eucalyptus globulus* memiliki pH berkisar 3-4, sesuai dengan pernyataan oleh Zeng et al., (2017) bahwa *theaflavin* mempunyai tingkat kestabilan pada kondisi asam yaitu pada pH 4

Aktivitas Antioksidan

Hasil uji statistik menggunakan *Univariate* menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi sari lemon dan minyak atsiri *Eucalyptus globulus* memberikan pengaruh yang signifikan ($p \leq 0,05$) terhadap aktivitas antioksidan teh herbal daun jambu biji. Hasil uji lanjut menggunakan *Post hoc* Duncan dapat dilihat pada Gambar 6.

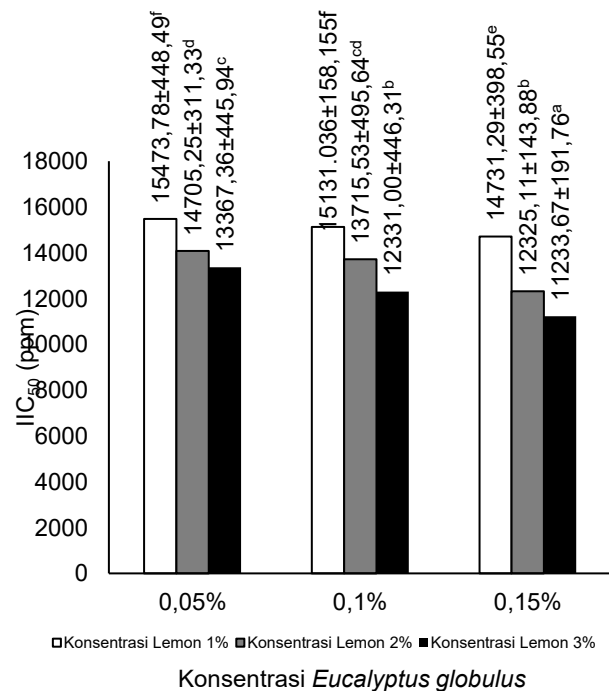
Gambar 6 menunjukkan bahwa semakin besarnya penambahan konsentrasi sari lemon dan minyak atsiri *Eucalyptus globulus* yang ditambahkan, aktivitas antioksidan pada teh herbal daun jambu biji akan semakin kuat. Penambahan sari lemon menyebabkan peningkatan aktivitas antioksidan (Majchrzak et al., 2004). Penambahan minyak eukaliptus juga berpotensi meningkatkan aktivitas

antioksidan, walaupun kekuatan dalam menangkal radikal bebas tidak seefektif penggunaan asam askorbat ($IC_{50}=140,99 \pm 3,13$ mg/ml) pada pengujian menggunakan DPPH (Boukhatem et al., 2020). Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa penambahan sari lemon dan minyak atsiri *Eucalyptus globulus* memiliki interaksi *additivum-sinergis* karena penambahan asam dan minyak atsiri meningkatkan aktivitas antioksidan (Enko dan Gliszczynska-Swiglo, 2015). Meskipun demikian, nilai IC_{50} yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan bahwa seduhan teh herbal yang dihasilkan masih tergolong dalam antioksidan sangat lemah (>500 ppm) ((Wanasuntronwong et al., 2012), sehingga pada penelitian selanjutnya, perlu dipertimbangkan untuk menggunakan ekstrak daun jambu biji maupun ekstrak lemon untuk meningkatkan aktivitas antioksidannya.

Total Fenolik

Hasil uji statistik menggunakan *Univariate* menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi sari lemon dan minyak atsiri *Eucalyptus globulus* tidak berpengaruh secara signifikan ($p>0,05$) terhadap total fenolik teh herbal daun jambu biji yang dihasilkan. Namun, masing-masing konsentrasi sari lemon dan minyak atsiri *Eucalyptus globulus* memengaruhi secara signifikan ($p\leq 0,05$) total fenolik teh herbal daun jambu biji. Hasil uji lanjut menggunakan *Post hoc* Duncan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 menunjukkan pada penambahan konsentrasi minyak atsiri *Eucalyptus globulus* yang lebih tinggi pada konsentrasi sari lemon sama, total fenolik teh herbal daun jambu biji semakin meningkat. Hal ini dikarenakan minyak atsiri *Eucalyptus globulus* mengandung senyawa fenolik sebesar 5% (El Moein et al., 2012). Tabel 1 juga menunjukkan pada penambahan konsentrasi sari lemon yang lebih tinggi pada konsentrasi minyak atsiri *Eucalyptus globulus* yang sama, total fenolik teh herbal daun jambu biji semakin meningkat. Hal ini dapat disebabkan oleh adanya kandungan fenolik pada sari lemon yang berkontribusi terhadap total fenolik teh herbal daun jambu biji (Al-Ghafari et al., 2016; Klimek-Szczykutowicz et al., 2020).

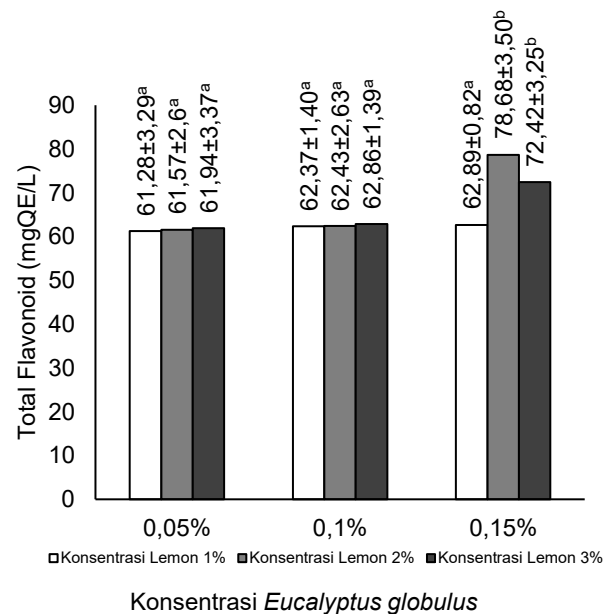


Keterangan: Notasi *superscript* yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($p\leq 0,05$)

Gambar 6. Pengaruh konsentrasi sari lemon dan *Eucalyptus globulus* terhadap aktivitas antioksidan teh herbal

Tabel 1. Total fenolik teh herbal daun jambu biji dengan penambahan berbagai konsentrasi sari lemon dan minyak atsiri *Eucalyptus globulus*

Konsentrasi Sari Lemon (%)	Konsentrasi <i>Eucalyptus</i> (%)	Total Fenolik (mg GAE/L± SD)
1	0,05	257,32±6,33 ^a
	0,10	271,77±15,81 ^a
	0,15	292,55± 7,64 ^a
2	0,05	263,73±9,02 ^b
	0,10	284,15±9,40 ^b
	0,15	293,99±11,55 ^b
3	0,05	266,62±16,31 ^c
	0,10	289,20±12,99 ^c
	0,15	297,43±6,11 ^c



Keterangan: Notasi *superscript* yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($p\leq 0,05$)

Gambar 7. Pengaruh konsentrasi sari lemon dan *Eucalyptus globulus* terhadap total flavonoid teh herbal

Total Flavonoid

Hasil uji statistik menggunakan *Univariate* menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi sari lemon dan minyak atsiri *Eucalyptus globulus* memberikan pengaruh yang signifikan ($p\leq 0,05$) terhadap total flavonoid teh herbal daun jambu biji. Hasil uji lanjut menggunakan *Post hoc* Duncan dapat dilihat pada Gambar 7.

Gambar 7 menunjukkan bahwa teh herbal daun jambu biji yang ditambahkan minyak atsiri *Eucalyptus globulus* sebanyak 0,15% dan konsentrasi sari lemon 2% dan 3% menghasilkan total flavonoid paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal ini menunjukkan penambahan minyak atsiri *Eucalyptus globulus* dan sari lemon pada konsentrasi yang rendah belum dapat meningkatkan total flavonoid walaupun sari lemon dan minyak atsiri *Eucalyptus globulus* diketahui mengandung senyawa flavonoid (El Moein et al., 2012; Klimek-Szczykutowicz et al., 2020). Hasil yang serupa diperoleh pada penelitian sebelumnya oleh Milani et al. (2020), teh hitam dengan penambahan safron pada jumlah yang rendah (0,5-1 g) tidak meningkatkan total flavonoid, tetapi penambahan hingga 2 g safron dapat meningkatkan total flavonoid.

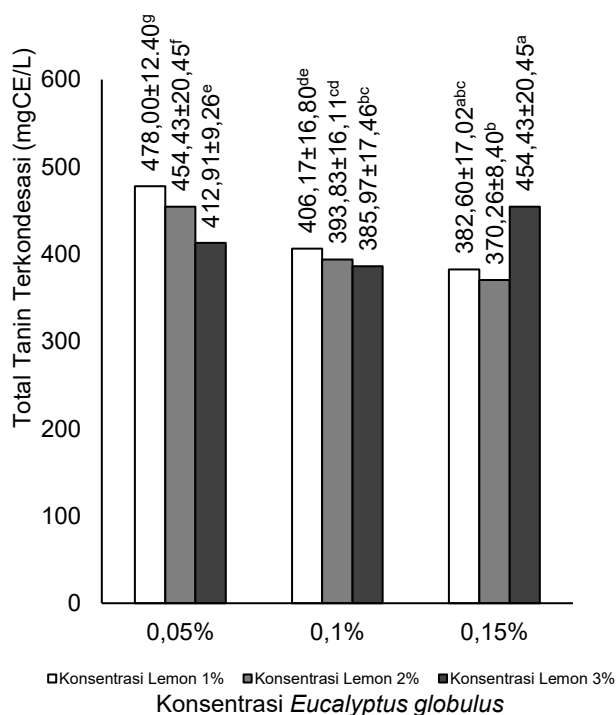
Total Tanin Terkondensasi

Tanin terkondensasi adalah senyawa flavonoid yang berikatan dengan karbon berupa katekin dan galokatekin, kedua senyawa ini terdapat pada teh (Hidayah, 2016). Hasil uji statistik menggunakan *Univariate* menunjukkan bahwa interaksi antara konsentrasi sari lemon dan minyak atsiri *Eucalyptus globulus* memberikan pengaruh yang signifikan ($p < 0,05$) terhadap total tanin terkondensasi teh herbal daun jambu biji. Hasil uji lanjut menggunakan *Post hoc* Duncan dapat dilihat pada Gambar 8.

Gambar 8 menunjukkan bahwa secara umum penambahan sari lemon dan minyak atsiri *Eucalyptus globulus* menurunkan total tanin terkondensasi pada teh herbal daun jambu biji, kecuali pada penambahan sari lemon 3% dan minyak atsiri *Eucalyptus globulus* sebanyak 0,15%. Hal ini disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi asam sitrat yang terdapat pada lemon akan menghambat proses oksidasi *theaflavin* menjadi *thearubigins* ((Tanaka et al., 2010).

Selain itu, penambahan minyak atsiri *Eucalyptus globulus* yang semakin tinggi juga berpotensi menurunkan total tanin walaupun tidak seefektif asam sitrat. Hal ini disebabkan oleh kandungan minyak eukaliptus mengandung senyawa fenolik sebesar 5% (El Moein et al., 2012). Penelitian sebelumnya oleh Chakrabarti et al. (2017) juga menyatakan penurunan total tanin dapat disebabkan oleh penambahan senyawa yang mengandung fenolik yang akan menetralkan polifenol, sehingga rasa pahit yang disebabkan oleh tanin dapat berkurang.

Berdasarkan hasil analisis yang diperoleh, maka perlakuan terpilih pada penelitian tahap kedua ini adalah teh herbal daun jambu biji dengan penambahan minyak atsiri *Eucalyptus globulus* sebanyak 0,15% dan sari lemon 3%. Perlakuan ini menghasilkan aktivitas antioksidan tertinggi, warna teh yang paling cerah, serta total flavonoid dan fenolik yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya.



Keterangan: Notasi *superscript* yang berbeda menunjukkan perbedaan signifikan ($p < 0,05$)

Gambar 8. Pengaruh konsentrasi sari lemon dan *Eucalyptus globulus* terhadap total tanin terkondensasi teh herbal

Tabel 2. Perbandingan karakteristik antara teh herbal perlakuan terbaik dengan kontrol

Karakteristik	Kontrol	Perlakuan Terpilih
pH	6,54 ± 0,08	3,02 ± 0,01
Brightness	53,04 ± 1,23	61,21 ± 0,80
IC ₅₀ (ppm)	4.372,22 ± 54,71	11.233,67 ± 191,76
Uji Skoring*:		
- Warna	2,50 ± 0,90	5,40 ± 0,62
- Rasa sepat	4,50 ± 0,73	4,17 ± 0,59

*Keterangan:

1= warna gelap (coklat tua); 6= warna cerah (coklat muda)

1= rasa sangat sepat; 6 = sangat sepat

Tabel 3. Hasil uji hedonik antar kontrol dan perlakuan terpilih

Parameter	Kontrol	Perlakuan Terpilih
Rasa Sepat	3,07 ± 0,87	3,10 ± 0,80
Rasa Asam	3,20 ± 0,89	3,33 ± 1,12
Aroma	3,03 ± 0,76	2,83 ± 1,05
Warna	4,23 ± 0,90	4,90 ± 0,71
Keseluruhan	3,83 ± 0,65	3,90 ± 0,80

Keterangan:

1= sangat tidak suka; 7 = sangat suka

Perbandingan antara Perlakuan Terpilih dengan Kontrol

Kontrol yang digunakan pada penelitian tahap kedua ini merupakan teh herbal perlakuan terbaik dari penelitian tahap pertama, yaitu tanpa penambahan sari lemon maupun minyak atsiri *Eucalyptus globulus*. Perbandingan antara perlakuan terpilih dan kontrol pada analisis pH, warna, dan aktivitas antioksidan dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel 2 menunjukkan bahwa penambahan sari lemon dan minyak atsiri *Eucalyptus globulus* pada teh herbal daun jambu biji menyebabkan warna teh menjadi lebih cerah, dilihat dari nilai *Brightness* maupun hasil uji skoring terhadap parameter warna. Rasa sepat pada teh herbal daun jambu biji perlakuan terpilih juga mengalami sedikit penurunan jika dibandingkan dengan kontrol.

Hal sebaliknya terjadi pada parameter aktivitas antioksidan. Tabel 2 juga menunjukkan bahwa berdasarkan aktivitas antioksidan, terjadi penurunan aktivitas antioksidan antara kontrol dan perlakuan terpilih. Penelitian sebelumnya menyatakan bahwa interaksi antara teh dan asam umumnya adalah antagonis, akibat adanya proses termal gradasi dari asam yang mungkin terjadi (Bartoszek et al., 2018; Enko dan Gliszczynska-Swigło, 2015). Penambahan minyak atsiri pada konsentrasi yang tidak tepat akan menyebabkan interaksi yang *additive*-antagonis terhadap aktivitas antioksidan (Hugo et al., 2012; Yin et al., 2012).

Selain itu, juga dilakukan uji hedonik terhadap teh herbal perlakuan terpilih dengan kontrol. Hal ini dilakukan untuk mengetahui penerimaan panelis terhadap teh herbal daun jambu biji yang ditambahkan dengan sari lemon dan minyak atsiri *Eucalyptus globulus*. Hasil uji hedonik ini dapat dilihat pada Tabel 3. Tabel 3 menunjukkan bahwa penambahan sari lemon dan minyak atsiri *Eucalyptus globulus* pada perlakuan terpilih tidak memengaruhi tingkat kesukaan pada parameter rasa sepat, rasa asam, aroma, maupun penerimaan keseluruhan. Akan tetapi, pada perlakuan terpilih, Tingkat penerimaan terhadap warna teh lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan sari lemon maupun minyak atsiri *Eucalyptus globulus* mampu meningkatkan kecerahan warna teh, sehingga meningkatkan penerimaannya oleh panelis.

KESIMPULAN

Suhu dan waktu penyeduhan terbaik untuk teh herbal daun jambu biji adalah pada suhu 90°C selama 10 menit, dengan kandungan aktivitas antioksidan tertinggi (IC₅₀ = 4372,22±54,71ppm). Penambahan sari lemon dan minyak atsiri *Eucalyptus globulus* memengaruhi karakteristik fisikokimia maupun sensori teh herbal daun jambu biji. Perlakuan terbaik adalah teh herbal daun jambu biji dengan penambahan sari lemon 3% dan minyak atsiri *Eucalyptus globulus* 0,15%. Jika dibandingkan dengan teh tanpa penambahan sari lemon dan minyak atsiri *Eucalyptus globulus*, teh ini memiliki nilai IC₅₀ yang lebih tinggi yaitu sebesar 11233,67 ± 191,76 ppm, menunjukkan aktivitas antioksidan yang lebih rendah. Meskipun demikian, penambahan sari lemon dan minyak atsiri *Eucalyptus globulus* dapat meningkatkan nilai *brightness* dari teh, menurunkan rasa sepat pada uji skoring, serta meningkatkan kesukaan terhadap warna pada uji hedonik. Hasil penelitian ini menunjukkan potensi pengembangan seduhan teh herbal daun jambu biji menjadi minuman fungsional. Namun, perlu dilakukan penelitian lanjutan seperti identifikasi senyawa aktif yang ada dalam seduhan teh herbal daun jambu biji, maupun stabilitasnya selama penyimpanan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Universitas Pelita Harapan (UPH), yang telah mendanai penelitian ini melalui skema penelitian no. P-024-K/FaST/X/2020. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Pengolahan Pangan dan Laboratorium Pengawasan Mutu Pangan UPH yang telah menyediakan fasilitas yang dibutuhkan selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Albab, U., Nirwana, R. R., & Firmansyah, R. A. (2018). Aktivitas daun jambu air (*Syzygium samarangense* (BL.) Merr Et. Perry) serta optimasi suhu dan lama penyeduhan. *Walisongo Journal of Chemistry*, 1(1): 18. <https://doi.org/10.21580/wjc.v2i1.2670>

Al-Ghafari, A. B., Shorbaji, A. M., AL-Sarori, L. A., Baduwaitan, E. O., Basaar, A. A., Doghathier, H. A. Al, Al-Marzouki, H. F., & Omar, U. M. (2016). Phenolic contents and antioxidant activities of green tea with and without lemon. *Natural Science*, 8(6): 247–255. <https://doi.org/10.4236/ns.2016.86029>

AOAC (2005). Official Methods of Analysis. AOAC International.

Barek, M. B., Hasmadi, M., Zaleha, A. Z., & Mohd, A. B. M. (2015). Effect of different drying methods on phytochemicals and antioxidant properties of unfermented and fermented teas from Sabah Snake Grass (*Clinacanthus nutans* Lind.) leaves. *International Food Research Journal*, 22(2): 661–670

Bartoszek, M., Polak, J., & Chorażewski, M. (2018). Comparison of antioxidant capacities of different types of tea using the spectroscopy methods and semi-empirical mathematical model. *European Food Research and Technology*, 244(4): 595–601. <https://doi.org/10.1007/s00217-017-2986-z>

Boukhatem, M. N., Boumaiza, A., Nada, H. G., Rajabi, M., & Mousa, S. A. (2020). *Eucalyptus globulus* essential oil as a natural food preservative: Antioxidant,

antibacterial and antifungal properties in vitro and in a real food matrix (orangina fruit juice). *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(16): 1-17. <https://doi.org/10.3390/app1016581>

Chakrabarti, G., Bhattacharjee, S., & Bhattacharyya, S. (2017). Evaluation of antioxidant profile and phytochemical constituents of some herb-supplemented black tea infusions. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 9(12): 131–135. <https://doi.org/10.22159/ijpps.2017v9i12.20318>

Chandrasekara, A., & Shahidi, F. (2018). Herbal beverages: Bioactive compounds and their role in disease risk reduction - A review. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*, 8(4): 451–458. <https://doi.org/10.1016/j.jtcm.2017.08.006>

Chang, M. Y., Lin, Y. Y., Chang, Y. C., Huang, W. Y., Lin, W. S., Chen, C. Y., Huang, S. L., & Lin, Y. S. (2020). Effects of infusion and storage on antioxidant activity and total phenolic content of black tea. *Applied Sciences (Switzerland)*, 10(8): 3-10. <https://doi.org/10.3390/APP10082685>

Dewatisari, W. F., Rumiyantri, L., & Rakhmawati, I. (2018). Rendemen dan skrining fitokimia pada ekstrak daun *Sansevieria* sp. *Jurnal Penelitian Pertanian Terapan*, 17(3): 197-202 <https://doi.org/10.25181/jppt.v17i3.336>

El Moein, N. M., Mahmoud, E. A., & Shalaby, E. A. (2012). Antioxidant mechanism of active ingredients separated from *Eucalyptus globulus*. *Organic Chemistry: Current Research*, 1(2): 1-7. <https://doi.org/10.4172/2161-0401.1000106>

Elsebai, M. F., & Albalawi, M. A. (2022). Essential oils and COVID-19. *Molecules*, 27(22): 1-12. <https://doi.org/10.3390/molecules27227893>

Enko, J., & Gliszczyńska-Świągło, A. (2015). Influence of the interactions between tea (*Camellia sinensis*) extracts and ascorbic acid on their antioxidant activity: analysis with interaction indexes and isobolograms. *Food Additives and Contaminants - Part A Chemistry, Analysis, Control, Exposure and Risk Assessment*, 32(8): 1234–1242. <https://doi.org/10.1080/19440049.2015.1049218>

González-Burgos, E., Liaudanskas, M., Viškelis, J., Žvikas, V., Janulis, V., & Gómez-Serranillos, M. P. (2018). Antioxidant activity, neuroprotective properties and bioactive constituents analysis of varying polarity extracts from *Eucalyptus globulus* leaves. *Journal of Food and Drug Analysis*, 26(4): 1293–1302. <https://doi.org/10.1016/j.jfda.2018.05.010>

Hajjaghaalipour, F., Sanusi, J., & Kanthimathi, M. S. (2016). Temperature and time of steeping affect the antioxidant properties of white, green, and black tea infusions. *Journal of Food Science*, 81(1): 246–254. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13149>

Hardoko, H., & Setiadi, T. P. (2015). Temperature and time of steeping affect the antioxidant properties of white, green, and black tea infusions. *Journal of Food Science*, 81(1): 246–254. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.13149>

Hartanti, L., Yonas, M. K. S., Mustamu, J. J., Wijaya, S., Setiawan, K. H., & Soegianto, L. (2019). Influence of extraction methods of bay leaves (*Syzygium polyanthum*) on antioxidant and HMG-CoA Reductase inhibitory activity. *Heliyon*, 5: e01485. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019>

Krisnawan, H. A., Budiono, R., Sari, D. R., Salim, D. W., Raya, J., Rungkut, K., & Timur, J. (2017). Prosiding Seminar Nasional 2017 Fakultas Pertanian UMJ

- "Pertanian dan Tanaman Herbal Berkelanjutan di Indonesia. *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Dan Tanaman Herbal Berkelanjutan Di Indonesia*, 30–35.
- Herald, T. J., Gadgil, P., Perumal, R., Bean, S. R., & Wilson, J. D. (2014). High-throughput micro-plate HCl-vanillin assay for screening tannin content in sorghum grain. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94(10): 2133–2136. <https://doi.org/10.1002/jsfa.6538>
- Hidayah, N. (2016). Pemanfaatan senyawa metabolit sekunder tanaman (tanin dan saponin) dalam mengurangi emisi metan ternak ruminansia. *Jurnal Sain Peternakan Indonesia*, 11(2): 89-98.
- Hugo, P. C., Gil-Chávez, J., Sotelo-Mundo, R. R., Namiesnik, J., Gorinstein, S., & González-Aguilar, G. A. (2012). Antioxidant interactions between major phenolic compounds found in "Ataulfo" mango pulp: Chlorogenic, gallic, protocatechuic and vanillic acids. *Molecules*, 17(11): 12657–12664. <https://doi.org/10.3390/molecules171112657>
- Kaemba, A., Suryanto, E., & Mamujaja, C. (2017). Karakteristik fisiko kimia dan aktivitas antioksidan beras analog dari sagu buruk (*Arenga micriocarpa*) dan ubi jalar (*Ipomea batatas* L. poiret). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 5(1): 1-8.
- Kilel, E. C., Wanyoko, J. K., Faraj, A. K., & Ngoda, P. (2019). Effect of citric acid on the total monomeric anthocyanins and antioxidant activity of liquor made from unprocessed purple leafed TRFK 306 Kenyan tea clone. *Food and Nutrition Sciences*, 10(10): 1191–1201. <https://doi.org/10.4236/fns.2019.1010086>
- Klimek-szczykutowicz, M., Szopa, A., & Ekiert, H. (2020). *Citrus limon* (Lemon) phenomenon—a review of the chemistry, pharmacological properties, applications in the modern pharmaceutical, food, and cosmetics industries, and biotechnological studies. *Plants*, 9(1): 1-24. <https://doi.org/10.3390/plants9010119>
- Kumar, M., Tomar, M., Amarowicz, R., Saurabh, V., Sneha Nair, M., Maheshwari, C., Sasi, M., Prajapati, U., Hasan, M., Singh, S., Changan, S., Prajapat, R. K., Berwal, M. K., & Satankar, V. (2021). Guava (*Psidium guajava* L.) leaves: Nutritional composition, phytochemical profile, and health-promoting bioactivities. *Foods*, 10(4): 752. <https://doi.org/10.3390/foods10040752>
- Laily, N., Kusumaningtyas, R. W., Sukarti, I., & Rini, M. R. D. K. (2015). The potency of guava *Psidium guajava* (L.) leaves as a functional immunostimulatory ingredient. *Procedia Chemistry*, 14: 301–307. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2015.03.042>
- Lawless, H.T., & Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food: Principles and Practices*. New York: Springer Science and Business Media.
- Liang, Y., & Xu, Y. (2001). Effect of pH on cream particle formation and solids extraction yield of black tea. *Food Chemistry*, 74: 155–160.
- Liu, Y., Guo, C., Zang, E., Shi, R., Liu, Q., Zhang, M., Zhang, K., & Li, M. (2023). Review on herbal tea as a functional food: classification, active compounds, biological activity, and industrial status. *Journal of Future Foods*, 3(3): 206-219. <https://doi.org/10.1016/j.jfutfo.2023.02.002>
- Luh, N., Yuniartini, P. S., Kusnadi, J., & Zubaidah, E. (2014). The effect of various tea processing methods on antioxidant activity of guava (*Psidium guajava* L. Var Pomifera) leaves tea in East Java Indonesia. In *International Journal of PharmTech Research CODEN (USA)*, 7(4): 580-586.
- Lunkes, L. B. F., & Hashizume, L. N. (2014). Evaluation of the pH and titratable acidity of teas commercially available in Brazilian market. *RGO - Revista Gaúcha de Odontologia*, 62(1): 59–64. <https://doi.org/10.1590/1981-8637201400010000092623>
- Majchrzak, D., Mitter, S., & Elmadfa, I. (2004). The effect of ascorbic acid on total antioxidant activity of black and green teas. *Food Chemistry*, 88(3): 447–451. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.01.058>
- Makni, M., Jemai, R., Kriaa, W., Chtourou, Y., & Fetoui, H. (2018). *Citrus limon* from Tunisia: phytochemical and physicochemical properties and biological activities. *BioMed Research International*, 2018: 1-10. <https://doi.org/10.1155/2018/6251546>
- Milani, J. M., Amuzadeh, A., & Moetamedzadegan, A. (2020). Effect of different additives on antioxidant capacity of black tea. *Journal of Culinary Science and Technology*, 18(2): 67–76. <https://doi.org/10.1080/15428052.2018.1502114>
- Pathare, P. B., Opara, U. L., & Al-Said, F. A. J. (2013). Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. *Food and Bioprocess Technology*, 6(1): 36-60. <https://doi.org/10.1007/s11947-012-0867-9>
- Pou KR, P. S. M. S. (2019). Fermentation: the key step in the processing of black tea. *Journal of Biosystem Engineering*, 41(2): 85-92.
- Puspitasari, D. A., Susanti, E., & Khustiana, A. (2019). Aktivitas antioksidan dan penetapan kadar vitamin C perasan daging buah lemon (*Citrus limon* (L.) Osbeck) menggunakan metode ABTS. *Jurnal Ilmiah Teknosains*, 5(2): 99-104.
- Rohadi, Lelita, D. I., & Putri, A. S. (2019). Antioxidant capacity of white tea (*Camelia Sinensis*) extract: Compared to green, oolong and black tea. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 292(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/292/1/012018>
- Samanta, T., Cheeni, V., Das, S., Roy, A. B., Ghosh, B. C., & Mitra, A. (2015). Assessing biochemical changes during standardization of fermentation time and temperature for manufacturing quality black tea. *Journal of Food Science and Technology*, 52(4): 2387–2393. <https://doi.org/10.1007/s13197-013-1230-5>
- Savitri, K., Widarta, I. W. R., & Jambe, A. A. G. N. A. (2019). Pengaruh perbandingan teh hitam (*Camellia sinensis*) dan jahe merah (*Zingiber officinale* var. Rubrum) terhadap karakteristik teh celup. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 8(4): 419–429.
- Shaik, M. I., Hamdi, I. H., & Sarbon, N. M. (2023). A comprehensive review on traditional herbal drinks: Physicochemical, phytochemicals and pharmacology properties. *Food Chemistry Advances*, 3: 100460. <https://doi.org/10.1016/J.FOCHA.2023.100460>
- Shannon, E., Jaiswal, A. K., & Abu-Ghannam, N. (2018). Polyphenolic content and antioxidant capacity of white, green, black, and herbal teas: A kinetic study. *Food Research*, 2(1): 1–11. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.2\(1\).117](https://doi.org/10.26656/fr.2017.2(1).117)
- Siah, W. M., Azman M. A., Jeeven K., Noor Hayazan, M. D., & Tahir, S. M. (2011). Effect of infusion conditions on total phenolic content and antioxidant activity in *Centella asiatica* tea. *Journal of Tropical Agriculture and Food Science*, 39(2): 149–156.
- Sipahelut, S., Tetelepta, G., & Patty, J. (2017). Kajian penambahan minyak atsiri dari daging buah pala (*Myristica fragrans* Houtt.) pada cake terhadap daya

- terima konsumen. *Jurnal Sains dan Teknologi Pangan*, 2(2): 486-495.
- Siregar, T. M., & Kristanti, C. (2019). Mikroenkapsulasi senyawa fenolik ekstrak daun kenikir (*Cosmos caudatus* K.). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 8(1): 31-37. <https://doi.org/10.17728/jatp.3304>
- Tanaka, T., Matsuo, Y., & Kouno, I. (2010). Chemistry of secondary polyphenols produced during processing of tea and selected foods. *International Journal of Molecular Sciences*, 11(1): 14-40. <https://doi.org/10.3390/ijms11010014>
- Teshome, K. (2019). Effect of tea processing methods on biochemical composition and sensory quality of black tea (*Camellia sinensis* (L.) O. Kuntze): A review. *Journal of Horticulture and Forestry*, 11(6): 84–95. <https://doi.org/10.5897/JHF2019.0588>
- Tipduangta, P., Julsrigival, J., Chaithatwatthana, K., Pongterdsak, N., Tipduangta, P., & Chansakaow, S. (2019). Antioxidant properties of Thai traditional herbal teas. *Beverages*, 5(3): 1-8. <https://doi.org/10.3390/beverages5030044>
- Wanasuntronwong, A., Tantisira, M. H., Tantisira, B., & Watanabe, H. (2012). Anxiolytic effects of standardized extract of *Centella asiatica* (ECa 233) after chronic immobilization stress in mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 143(2): 579–585. <https://doi.org/10.1016/J.JEP.2012.07.010>
- Wickramasinghe, Y. W. H., Wickramasinghe, I., & Wijesekara, I. (2020). Effect of steam blanching, dehydration temperature & time, on the sensory and nutritional properties of a herbal tea developed from *Moringa oleifera* leaves. *International Journal of Food Science*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/5376280>
- Widyowati, H., & Ulfah, M. (2014). Uji aktivitas antioksidan ekstrak etanolik herba alfalfa (*Medicago sativa* L.) dengan metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil). *Jurnal Ilmu Farmasi Dan Farmasi Klinik*, 11(1): 25–33.
- Yasa, O. G., & Berik, S. S. (2022). Effects of *Eucalyptus* essential oil in post-COVID syndrome: A pilot study. *Journal of Immunology and Clinical Microbiology*, 7(4): 82–87. <https://doi.org/10.58854/jicm.1223171>
- Yin, J., Becker, E. M., Andersen, M. L., & Skibsted, L. H. (2012). Green tea extract as food antioxidant. Synergism and antagonism with α -tocopherol in vegetable oils and their colloidal systems. *Food Chemistry*, 135(4): 2195–2202. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2012.07.025>
- Zeng, L., Ma, M., Li, C., & Luo, L. (2017). Stability of tea polyphenols solution with different pH at different temperatures. *International Journal of Food Properties*, 20(1): 1–18. <https://doi.org/10.1080/10942912.2014.983605>

Halaman ini sengaja dikosongkan