

PENGARUH PENAMBAHAN $ZnCl_2$ DAN BUBUK STEVIA (*STEVIA REBAUDINA* B.) TERHADAP KARAKTERISTIK FISIK, KIMIA, DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN PADA SEDUHAN SIMPLISIA SAMBILOTO (*ANDROGRAPHIS PANICULATA*)

Dea Elisa Putri ¹⁾, Nur Aida Sofiani ²⁾, Chatarina Lilis Suryani ³⁾*, Ichlasia Ainul Fitri⁴

¹⁾ Universitas Mercu Buana Yogyakarta, email: deap3723@gmail.com

²⁾ Universitas Mercu Buana Yogyakarta, email: nuraidasofiani@gmail.com

³⁾ Universitas Mercu Buana Yogyakarta, email: chlilis@mercubuana-yogya.ac.id

⁴⁾ Universitas Mercu Buana Yogyakarta, email: ichlasia@mercubuana-yogya.ac.id

* Penulis Korespondensi: E-mail: chlilis@mercubuana-yogya.ac.id

ABSTRACT

Sambiloto contains bioactive compounds such as chlorophyll, phenolics, flavonoids, terpenoids (carotenoids), and andrographolides which have anti-inflammatory, antibacterial, antimicrobial, and antioxidant properties. However, during the drying process in the manufacture of sambiloto simplicia, it causes degradation of bioactive components, thereby reducing its antioxidant activity. Another weakness is that sambiloto drinks are very bitter and not widespread. To increase the stability of chlorophyll, a metallochlorophyll complex can be formed by adding $ZnCl_2$ reagent. At the same time, the bitter taste is reduced by adding non-calorie natural sweeteners such as stevia powder. The purpose of this study was to evaluate the physical and chemical properties of sambiloto simplicia powder brew (S-SS), sambiloto simplicial powder brew with $ZnCl_2$ (S-SZn) reagent, and the addition of stevia powder (S-SZs) as a functional drink. The study used a completely randomized block design (RBD). The results showed that the addition of the $ZnCl_2$ reagent was able to increase brightness, yellow color intensity, hue, Zn content, total phenolic, flavonoid content and metal chelating activity but decrease the brew's red color intensity, total chlorophyll content, carotene content, free radical scavenging activity and reducing power. Adding stevia powder would increase the total phenolic, flavonoid content, free radical scavenging activity and reducing power but decrease the brew's metal chelating activity, chlorophyll and Zn content and the green color intensity. The brew of Zn-rich sambiloto powder (SZn) and the brew of Zn-stevia-rich sambiloto powder had higher levels of chlorophyll, phenolic, flavonoid, and antioxidant activity content than the brew of sambiloto only so that Zn-rich sambiloto powder with or without the addition of stevia powder has the potential as a functional beverage ingredient

Keywords: Antioxidants, metallochlorophyll, sambiloto, stevia, Zn

ABSTRAK

Sambiloto mengandung senyawa bioaktif seperti klorofil, fenolik, flavonoid, terpenoid (karotenoid), dan andrografolida yang memiliki sifat antiinflamasi, antibakteri, antimikroba, dan antioksidan. Namun selama proses pengeringan dalam pembuatan simplisia sambiloto mengakibatkan degradasi komponen bioaktif sehingga menurunkan aktivitas antioksidannya. Kelemahan lain adalah minuman sambiloto sangat pahit sehingga kurang disukai. Untuk

meningkatkan stabilitas klorofil dapat dilakukan pembentukan kompleks metaloklorofil dengan penambahan reagen ZnCl_2 . Sedangkan rasa pahit dapat dikurangi dengan penambahan pemanis alami non kalori seperti bubuk stevia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi sifat fisik, kimia dan aktivitas antioksidan seduhan bubuk simplisia sambiloto (S-SS), seduhan bubuk simplisia sambiloto dengan penambahan reagen ZnCl_2 (S-SZn) dan penambahan bubuk stevia (S-SZs) sebagai minuman fungsional. Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) satu faktor. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan reagen ZnCl_2 mampu meningkatkan kecerahan, intensitas warna kuning, dan hue, kadar Zn, kadar fenolik, flavonoid total dan aktivitas mengkhelat logam, namun menurunkan intensitas warna merah, kadar klorofil total, kadar karoten, daya tangkap radikal dan kemampuan mereduksi seduhannya. Sedangkan penambahan bubuk stevia akan meningkatkan kadar fenolik, flavonoid total, daya tangkap radikal dan kemampuan mereduksi tetapi menurunkan aktivitas mengkhelat logam, kadar klorofil dan kadar Zn serta intensitas warna hijau seduhan. Seduhan bubuk simplisia sambiloto kaya Zn (SZn) dan seduhan bubuk simplisia sambiloto kaya Zn-stevia mempunyai kadar klorofil, fenolik, flavonoid dan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibanding seduhan simplisia sambiloto saja sehingga bubuk simplisia sambiloto kaya Zn dengan atau tanpa penambahan bubuk stevia potensial sebagai bahan minuman fungsional.

Kata kunci: Antioksidan, metaloklorofil, sambiloto, stevia, Zn

PENDAHULUAN

Sambiloto (*Andrographis paniculata*) merupakan tumbuhan herbal yang dikenal memiliki kandungan senyawa bioaktif seperti klorofil, fenolik, flavonoid, terpenoid (karotenoid), dan andrografolida memiliki sifat antiinflamasi, antibakteri, antimikroba, dan antioksidan (Fatima *et al.*, 2024). Selain itu, sambiloto juga memiliki manfaat farmakologis seperti anti radang, analgesik, dan anti malaria (Brigitta *et al.*, 2021). Banyaknya manfaat yang didapat menjadikan sambiloto tergolong dalam pangan fungsional.

Bahan pangan fungsional tersebut dapat dijadikan untuk membuat makanan maupun minuman yang dapat memberikan dampak positif bagi kesehatan (Ryadha *et al.*, 2021). Sambiloto dapat digunakan sebagai bahan pembuatan minuman fungsional dan biasanya digunakan dalam bentuk simplisia. Selama proses pembuatan, klorofil yang terdapat pada sambiloto mudah mengalami kerusakan (Aziz *et al.*, 2024). Klorofil dapat mengalami degradasi dengan melepaskan ion Mg^{2+} yang kemudian membentuk feofitin berwarna coklat kekuningan. Untuk meningkatkan stabilitas klorofil, pembentukan kompleks metaloklorofil dengan logam yang lebih stabil, seperti Zn perlu dilakukan (Usman *et al.*, 2022).

Penggunaan sambiloto juga masih relatif terbatas karena rasa pahit yang kuat dari sambiloto sering kali tidak dapat diterima oleh banyak orang. Rasa pahit yang intens tersebut menjadi salah satu hambatan utama yang mengurangi popularitas dan konsumsi sambiloto

sebagai minuman herbal sehari-hari. Untuk mengatasi tantangan ini, penelitian akan berfokus pada pencampuran bubuk simplisia sambiloto dengan bubuk stevia sebagai pemanis alami. Stevia dikenal memiliki tingkat kemanisan yang sangat tinggi namun rendah kalori, sehingga ideal untuk meningkatkan rasa tanpa menambah kalori berlebih (Limanto, 2017). Penambahan stevia diharapkan dapat menutupi rasa pahit sambiloto sehingga produk bisa diterima oleh konsumen.

Oleh karena itu, dalam upaya pengembangan produk agar lebih diterima oleh masyarakat luas, penelitian ini tidak hanya berfokus pada penambahan stevia untuk menyeimbangkan rasa, tetapi juga pada optimasi proses pembuatan bubuk simplisia sambiloto yang diperkaya dengan $ZnCl_2$. Produk ini diharapkan dapat berfungsi sebagai minuman fungsional yang tidak hanya lebih mudah dikonsumsi karena rasanya yang lebih enak, tetapi juga memberikan manfaat tambahan untuk kesehatan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengevaluasi sifat fisik, kimia dan aktivitas antioksidan seduhan bubuk simplisia sambiloto (S-SS), seduhan bubuk simplisia sambiloto dengan penambahan reagen $ZnCl_2$ (S-SZn) dan penambahan bubuk stevia (S-SZs) sebagai minuman fungsional.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah simplisia sambiloto (*Andrographis paniculata*) dan daun stevia (*Stevia rebaudiana*) yang diperoleh dari Balai Penelitian Tanaman Obat Tawangmangu. Pelarut dan bahan kimia yang digunakan meliputi $ZnCl_2$ (Merck), aquades, aseton (Merck), methanol (Merck), BHT (Sigma), DPPH (Sigma-Alorich), Ferozine (Sigma-Alorich) dan EDTA (Merck), Vitamin E (Natur-E), Folin-ciocalteu (Merck), $NaCO_3$ (Merck), $NaNO_2$ (Merck), $AlCl_3$ (Merck), dan NaOH (Merck). Bahan-bahan ini didapat dari Laboratorium Kimia Universitas Mercu Buana Yogyakarta.

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah tabung reaksi (Pyrex Iwaki), rak tabung reaksi, grinder, timbangan analitik (Analytical Balance OHAUS PIONEER PX224E), sentrifus, labu ukur (Pyrex Iwaki), Colorimeter NH300, spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV 1240), cuvet, vortex (Type 37600 mixer), kertas saring (Whatman no 42), cabinet dryer, oven, autoklaf, inkubator, cawan petri, batang pengaduk, pipet volume 5 ml (pyrex), propipet, mikropipet 1 ml dan 0,2 ml, pipet tetes, kompor listrik, aluminium foil, beaker glass, ayakan 60 mesh, kain saring.

Metode

Perlakuan Pendahuluan

Perlakuan pendahuluan dalam proses pembuatan simplisia sambiloto atau simplisia stevia disortasi untuk menghilangkan batang yang keras, kemudian dihaluskan dengan cara digiling selama 3x1 menit. Kemudian diayak dengan ayakan ukuran 60 mesh. Bubuk sambiloto yang tidak lolos pengayakan lalu diblender kembali. Proses ini diulang sebanyak 3 kali untuk menghasilkan

bubuk sambiloto yang lebih halus. Bubuk simplisia sambiloto (SS) disimpan dalam plastik kedap air sebelum digunakan lebih lanjut.

Perlakuan Pembentukan Metalloklorofil

Pembentukan metalloklorofil kompleks dilakukan dengan menggunakan reagen ZnCl_2 . Proses pembentukan Zn-klorofil diawali dengan pencampuran larutan Zn-klorida (ZnCl_2) dengan konsentrasi Zn^{2+} 300 ppm, kemudian dicampurkan dengan bubuk simplisia sambiloto pada perbandingan bubuk simplisia sambiloto dengan reagen adalah 200:50 (b/v). Pencampuran dilakukan dengan penyemprotan sambil diaduk untuk menjamin homogenitas. Setelah pencampuran dilakukan pemanasan dengan autoklaf selama 10 menit pada suhu 110°C . Tujuan dari autoklafing ini adalah untuk membentuk metalloklorofil yang dapat meningkatkan stabilitas klorofil selama pengolahan. Kemudian dikeringkan kembali menggunakan carbinet dryer pada suhu 50°C selama 3 jam hingga kering. Sehingga diperoleh bubuk simplisia sambiloto kaya Zn (SZn).

Pembentukan Bubuk Simplisia Sambiloto Kaya Zn-Stevia

Pembentukan bubuk simplisia sambiloto kaya Zn-stevia dibuat dengan cara bubuk simplisia sambiloto kaya Zn dicampur dengan bubuk simplisia stevia dengan perbandingan 60:40 (b/b) diaduk sampai homogen hingga diperoleh campuran bubuk simplisia sambiloto kaya Zn-stevia (SZs).

Pembuatan Seduhan

Pembuatan seduhan bubuk simplisia sambiloto (S-SS), seduhan bubuk simplisia sambiloto kaya Zn (S-SZn) dan seduhan campuran bubuk simplisia sambiloto kaya Zn-stevia (S-SZs) dilakukan melalui tahapan 2g bubuk simplisia sambiloto diseduh dengan air mendidih 200 ml diaduk dan biarkan selama 5 menit kemudian.

Uji dan Analisis Penelitian

Pengujian dan analisis yang dilakukan pada seduhan simplisia sambiloto meliputi pengukuran warna menggunakan alat colorimeter, analisis kadar Zn dengan Atomic Absorption Spectroscopy, kadar klorofil total dengan metode Vernon, kadar β -karoten, kadar fenolik total, kadar flavonoid, aktivitas antioksidan metode DPPH, chelating agent, reducing power. Rancangan percobaan dilakukan menggunakan rancangan acak lengkap RAK dengan satu faktor. Data diolah menggunakan analisis Univariate dan bila terdapat beda nyata dapat dilanjutkan dengan analisis statistik One Way Anova dan uji DMRT (Duncan Multiple Range) pada taraf signifikansi 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisik

Pengujian Intensitas Warna

Pengukuran intensitas warna sampel seduhan sambiloto menggunakan colorimeter dengan sistem warna L, a*, b*, dan h untuk menentukan karakteristik visualnya. Intensitas warna (L, a*, b* dan h) pada berbagai variasi jenis seduhan sambiloto disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Intensitas Warna (L, a*, b* dan h) pada Berbagai Variasi Jenis Seduhan

Jenis seduhan	L	a*	b*	h
Bubuk simplisia sambiloto (S-SS)	26,91±0,50 ^a	0,34±0,27 ^{ab}	2,97±0,18 ^a	83,09±4,42 ^a
Bubuk sambiloto kaya Zn (S-SZn)	28,78±0,46 ^b	0,12±0,16 ^a	3,64±0,18 ^b	88,17±2,4 ^b
Bubuk sambiloto kaya Zn-stevia (S-SZs)	29,02±0,37 ^b	0,51±0,11 ^b	3,81±0,13 ^b	82,35±1,69 ^a

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan ada beda nyata pada taraf signifikansi 95% (P<0,05).

a. Tingkat Kecerahan (*Lightness*)

Berdasarkan data pada Tabel 1 hasil uji statistik menunjukkan bahwa variasi jenis seduhan berpengaruh nyata terhadap nilai kecerahan (*Lightness*) seduhan (P< 0,05). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan reagen ZnCl₂ dan bubuk stevia mampu meningkatkan nilai kecerahan seduhan. Nilai kecerahan tertinggi pada seduhan bubuk simplisia sambiloto kaya Zn-stevia (S-SZs) sebesar 29,02.

Berdasarkan teori Suryani *et al.*, (2020) diketahui bahwa penambahan reagen ZnCl₂ akan membentuk *metaloklorofil* yang meningkatkan stabilitas klorofil yang berwarna hijau sehingga sehingga nilai L lebih tinggi, sedangkan dalam pengolahan simplisia sambiloto tanpa melalui pembentukan *metaloklorofil* diduga sebagian klorofil terdegradasi membentuk feofitin yang berwarna coklat sehingga nilai L rendah (Rahayuningsih *et al.*, 2018). Selain itu, Menurut Siagan *et al.*, (2020) kandungan senyawa flavonoid seperti glikosida rutin (*quercetin 3-β-rutinoside*) pada stevia yang memberikan warna kuning sehingga dapat meningkatkan kecerahan pada seduhan.

b. Warna a* (*Redness*)

Berdasarkan data pada Tabel 1 hasil uji statistik menunjukkan bahwa variasi jenis seduhan berpengaruh nyata terhadap nilai a* (*Redness*) seduhan (P < 0,05). Nilai a* positif tertinggi adalah seduhan dengan penambahan Zn-stevia (S-SZs) sebesar 0,51 dan nilai a* positif terendah adalah seduhan dengan penambahan Zn (S-SZn) sebesar 0,12. Hal ini menunjukkan penambahan reagen ZnCl₂ akan membentuk metaloklorofil yang meningkatkan stabilitas klorofil sehingga warna seduhan semakin kehijauan, sedangkan penambahan bubuk stevia yang diproses tanpa pembentukan metaloklorofil berwarna lebih kemerahan karena sebagian besar klorofil dalam stevia terdegradasi membentuk feofitin yang berwarna kuning kecoklatan.

Peningkatan nilai a^* menunjukkan warna merah yang dominan pada seduhan sambiloto. Rohmat *et al.*, (2014) menyatakan bahwa pemberian panas akan mempengaruhi terjadinya penurunan klorofil, mekanismenya dengan mengubah warna hijau pucat dari feofitin menjadi warna kecoklatan sehingga meningkatkan intensitas warna merah.

c. Warna b^* (*Yellorness*)

Hasil uji statistik menunjukkan bahwa variasi jenis seduhan berpengaruh nyata terhadap nilai b^* seduhan bubuk simplisia sambiloto yang dihasilkan ($P < 0,05$) seperti yang ditunjukkan pada Tabel 1 Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai b^* meningkat seiring dengan ditamhakkannya reagen $ZnCl_2$ dan bubuk stevia. Nilai b^* (positif) tertinggi terdapat pada seduhan bubuk simplisia sambiloto kaya Zn-stevia (S-SZs) sebesar 3,81 dan nilai b^* (positif) terendah pada seduhan bubuk simplisia sambiloto (S-SS) sebesar 2,97.

Peningkatan intensitas warna kuning yang diikuti penurunan intensitas warna merah menunjukkan bahwa seduhan bubuk simplisia sambiloto kaya Zn (S-SZn) memiliki hijau kekuningan. Sedangkan pada seduhan bubuk simplisia sabiloto (S-SS) intensitas warna kuning lebih rendah, namun intensitas warna merah lebih tinggi sehingga menunjukkan warna seduhan yang lebih kuning kecoklatan. Warna kuning kecoklatam pada bubuk simplisia sambiloto disebabkan oleh degradasi klorofil.

Penambahan reagen $ZnCl_2$ pada bubuk sambiloto mampu menjaga stabilitas klorofil ketika bubuk sambiloto diseduh. Hasil ini sejalan dengan Suryani *et al.*, (2021) yang menyatakan bahwa penambahan reagen $ZnCl_2$ dapat menjaga stabilitas klorofil pada pewarna alami dari daun pandan. Amin *et al.*, (2023) juga menyatakan bahwa pensubtitusian ion Zn atau Cu, ke dalam cincin porfirin turunan klorofil bebas Mg dapat membentuk kompleks *metaloklorofil* yang warnanya mirip dengan klorofil.

Adanya pigmen karotenoid dalam bubuk sambiloto kaya Zn-Stevia juga mempengaruhi peningkatan nilai b^* pada seduhan. Karotenoid bersifat stabil pada pH netral dan alkali, tetapi tidak setabil pada kondisi asam, oksigen, cahaya dan panas (Aziz *et al.*, 2024). Selain itu, Menurut Siagan *et al.*, (2020) kandungan senyawa flavonoid seperti glikosida rutin (*quercetin 3- β -rutinoside*) pada stevia yang memberikan warna kuning sehingga dapat meningkatkan *yellowness* pada seduhan.

d. Hue

Berdasarkan data pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa penambahan reagen $ZnCl_2$ akan meningkatkan nilai hue seduhan bubuk simplisia sambiloto, sedangkan penambahan bubuk stevia akan menurunkan nilai hue seduhannya. Nilai hue seduhan bubuk S-SZn paling tinggi yaitu 88,17 menunjukkan intensitas warna hijau yang paling tinggi dibanding S-SS dan S-SZs. Sedangkan penambahan bubuk stevia menurunkan nilai hue karena proses pembuatan bubuk simplisia stevia tidak melalui proses metaloklorofil sehingga degradasi

klorofil lebih banyak yang membentuk feofitin yang berwarna coklat kekuningan sehingga nilai hue lebih rendah.

Proses penyeduhan dapat menyebabkan pigmen-pigmen pada bahan mengalami oksidasi menjadi kuning kecoklatan dan menyebabkan terjadinya perubahan warna bahan serta terjadinya penurunan mutu (Sari *et al.*, 2019). Hal ini sejalan dengan Rohmat *et al.*, (2014) menyatakan bahwa pemberian panas akan mempengaruhi terjadinya penurunan klorofil, mekanismenya dengan mengubah warna hijau pucat dari feofitin menjadi warna kecoklatan sehingga meningkatkan intensitas nilai a^* dan b^* . Pada seduhan, paparan oksigen atau pemanasan selama proses ekstraksi juga dapat memicu oksidasi pigmen.

Sifat Kimia

Kadar Klorofil Total

Kadar klorofil total (mg/L) pada berbagai variasi jenis seduhan sambiloto disajikan pada Tabel 2.

Jenis seduhan	Tabel 2. Kadar Klorofil Total dan Kadar Betakaroten (mg/L) pada variasi Jenis Seduhan	
	Kadar klorofil total	Kadar betakaroten
Bubuk simplisia sambiloto (S-SS)	29,41±1,89 ^b	265,49±12,24 ^c
Bubuk sambiloto kaya Zn (S-SZn)	22,67±0,76 ^a	131,37±7,57 ^a
Bubuk sambiloto kaya Zn-stevia (S-SZs)	23,47±2,00 ^a	199,36±23,29 ^b

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan ada beda nyata pada taraf signifikansi 95% ($P < 0,05$).

Berdasarkan hasil uji statistik data pada Tabel 2. menunjukkan bahwa variasi jenis seduhan berpengaruh nyata terhadap kadar klorofil total seduhan bubuk simplisia sambiloto yang dihasilkan ($P < 0,05$). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan reagen $ZnCl_2$ dan bubuk stevia belum mampu meningkatkan kadar klorofil total seduhan. Kadar klorofil total tertinggi ada pada seduhan bubuk simplisia sambiloto (S-SS) sebesar 29,41.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kandungan klorofil pada seduhan bubuk sambiloto. Pertama, tidak semua klorofil yang terdapat dalam bubuk bisa terekstrak ketika diseduh. Hal ini sejalan dengan penelitian Rahayuningsih *et al.*, (2018) yang menyatakan bahwa klorofil tidak larut dalam air tetapi sangat larut dalam etanol dan methanol. Kedua, klorofil mudah terdegradasi ketika proses penyeduhan. Klorofil sangat mudah terdegradasi pada pH, suhu, dan kontak dengan oksigen atau cahaya langsung yang nantinya akan berubah menjadi senyawa-senyawa turunan klorofil (Rahayuningsih *et al.*, 2018).

Penambahan reagen $ZnCl_2$ pada bubuk simplisia sambiloto bertujuan untuk membentuk kompleks metaloklorofil yang membuat klorofil lebih stabil (Suryani *et al.*, 2020). Namun, residu

Cl₂ di dalam air juga akan membentuk hipoklorit yang dapat bertindak sebagai zat pengoksidasi sehingga kemungkinan klorofil terdegradasi akan semakin besar (Fathurrohman et al., 2023). Pembentukan kompleks metaloklorofil dalam sampel diduga belum optimal sehingga belum mampu menjaga stabilitas klorofil. Kompleks metaloklorofil yang terbentuk bergantung pada konsentrasi logam, konsentrasi pigmen, pH dan durasi kontak antara larutan logam dan jaringan tanaman (Amin et al., 2023).

Kadar β -karoten

Kadar betakaroten seduhan sambiloto (mg/L) pada berbagai variasi sampel disajikan pada Tabel 2. Berdasarkan hasil uji statistik data pada Tabel 2 menunjukkan bahwa variasi jenis seduhan berpengaruh nyata terhadap kadar betakaroten seduhan bubuk simplisia sambiloto yang dihasilkan ($P < 0,05$). Kadar betaakaroten tertinggi berada pada seduhan bubuk simplisia sambiloto (S-SS) sebesar 265,49 mg/L. Hal ini menunjukkan penambahan reagen ZnCl₂ dan bubuk mampu menambahkan kadar betakaroten (Pirgozliev et al., 2022) jika dibandingkan hanya dengan penambahan reagen ZnCl₂.

Adanya pigmen karotenoid dalam bubuk sambiloto kaya Zn-Stevia juga mempengaruhi peningkatan kandungan betakaroten pada seduhan. Dalam stevia mengandung variasi alami karotenoid yang berhubungan dengan fungsi visual dan manfaat kesehatan manusia secara keseluruhan. Beberapa jenis diantaranya ialah lutein, zeaxanthin, β -cryptoxanthin, dan β -karoten, serta vitamin E dan koenzim Q10 (Pirgozliev et al., 2022). Namun penggunaan reagen ZnCl₂ dapat menghasilkan residu klorin (Cl₂) membentuk hipoklorit yang dapat mengoksidasi karotenoid sehingga menurunkan kadar karotenoid. (Aziz et al., 2024).

Kandungan karotenoid yang terkandung dalam seduhan berbanding lurus dengan kandungan klorofil. Hal ini sejalan dengan penelitian (Hendriyani et al., 2018) yang menyatakan bahwa kandungan karotenoid dan klorofil total pada daun kacang tunggak memiliki pola yang sama. Kombinasi klorofil dan betakaroten dalam seduhan sambiloto memberikan sinergi dalam efek antioksidan, yang dapat melindungi tubuh dari stres oksidatif dan meningkatkan fungsi organ.

Kadar Zn Total

Kadar Zn total seduhan sambiloto (ppm) pada berbagai variasi jenis seduhan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Kadar Zn Total (ppm) pada Berbagai Variasi Jenis Seduhan

Jenis seduhan	Kadar Zn total
Bubuk simplisia sambiloto (S-SS)	0,26 $\pm$ 0,05 ^a
Bubuk sambiloto kaya Zn (S-SZn)	0,33 $\pm$ 0,02 ^c
Bubuk sambiloto kaya Zn-stevia (S-SZs)	0,29 $\pm$ 0,01 ^b

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan ada beda nyata pada taraf signifikansi 95% ($P < 0,05$).

Berdasarkan hasil uji statistik data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa variasi jenis seduhan berpengaruh nyata terhadap kadar Zn total seduhan bubuk simplisia sambiloto yang dihasilkan ($P<0,05$). Kadar Zn total tertinggi terdapat pada seduhan bubuk sambiloto kaya Zn (S-SZn) sebesar 0,33 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan reagen $ZnCl_2$ dan bubuk stevia dapat meningkatkan kadar Zn total seduhan sambiloto.

Penambahan reagen $ZnCl_2$ akan meningkatkan kadar Zn total pada seduhan namun pada dasarnya setiap tanaman juga memiliki kandungan Zn alami sehingga mampu meningkatkan kandungan Zn pada seduhan. Daun sambiloto mengandung senyawa seperti flavonoid, fenolik, dan klorofil yang memiliki gugus fungsional dengan pasangan elektron bebas, seperti gugus hidroksil ($-OH$) dan karbonil ($C=O$). Ion Zn^{2+} akan berinteraksi dengan gugus fungsional membentuk ikatan koordinasi dengan mendonorkan elektron bebas yang dimiliki oleh gugus fungsional kepada ion Zn^{2+} sehingga terbentuk ikatan kompleks (Azzahra *et al.*, 2024). Gugus hidroksil pada flavonoid dan fenolik memiliki afinitas tinggi terhadap ion Zn^{2+} karena kemampuan mereka untuk membentuk ikatan hidrogen dan ikatan koordinasi secara bersamaan (Azzahra *et al.*, 2024).

Kadar Fenolik Total

Tabel kadar fenolik total dan kadar flavonoid pada berbagai variasi jenis seduhan disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Kadar Fenolik Total (mg GAE/g ekstrak) dan Kadar Flavonoid (mg QE/g ekstrak) pada berbagai Variasi Jenis Seduhan

Jenis seduhan	Kadar fenolik total	Kadar flavonoid
Bubuk simplisia sambiloto (S-SS)	10,86±0,75 ^a	8,25±0,00 ^a
Bubuk sambiloto kaya Zn (S-SZn)	11,46±0,38 ^{ab}	10,27±8,15 ^a
Bubuk sambiloto kaya Zn-stevia (S-SZs)	11,68±0,83 ^b	10,27±0,00 ^a

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang berbeda pada baris dan kolom yang sama menunjukkan ada beda nyata pada taraf signifikansi 95% ($P<0,05$).

Berdasarkan hasil uji statistik data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa variasi jenis seduhan berpengaruh nyata terhadap kadar fenolik total seduhan bubuk simplisia sambiloto yang dihasilkan ($P<0,05$). Kandungan fenolik tertinggi pada seduhan bubuk simplisia sambiloto kaya Zn-stevia (S-SZs) mengandung kadar fenolik sebesar 11,68 mg GAE/g ekstrak. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan reagen $ZnCl_2$ dan bubuk stevia dapat meningkatkan kadar fenolik seduhan.

Selama proses pengeringan banyak komponen bioaktif daun sambiloto seperti fenolik, flavonoid, klorofil yang terdegradasi karena memiliki sifat mudah teroksidasi dan sensitif terhadap perlakuan panas (Usman *et al.*, 2022). Penambahan reagen $ZnCl_2$ digunakan dalam pembentukan metaloklorofil sehingga klorofil tidak mudah terdegradasi. Selain pembentukan kompleks dengan

klorofil, Zn^{2+} juga akan berikatan dengan komponen lain seperti fenolik dan flavonoid sehingga terbentuk kompleks yang lebih stabil (Wijaya *et al.*, 2024)

Daun sambiloto yang dikenakan perlakuan blanching memiliki kandungan andrographolida dan total fenolik yang lebih tinggi. Peningkatan kadar total fenolik dapat juga terjadi akibat degradasi tanin menjadi senyawa fenol yang lebih sederhana (Pujimulyani *et al.*, 2010). Selain itu penambahan bubuk stevia dalam seduhan juga dapat meningkatkan kandungan fenolik. Hal ini dikarenakan bubuk stevia mengandung kandungan fenolik yang tinggi yaitu sebesar 747,36 mg/100 g db dibandingkan dengan bubuk sambiloto yang hanya memiliki kandungan fenolik sebesar 418,12 mg/100 g db (Kusumaningtyas, 2024).

Kandungan fenolik total seduhan sambiloto yang dihasilkan termasuk dalam golongan sedang. Menurut Anggriani dan Mirwa (2022) suatu bahan yang mengandung fenolik total sebesar 10-70 mg GAE/g ekstrak digolongkan dalam golongan sedang. Bubuk sambiloto memiliki kandungan fenolik sebesar $178,79 \pm 21,72$ mg GAE/g ekstrak (Sani *et al.*, 2015) yang terdiri dari berbagai senyawa seperti andrographolide, paniculides, farnesols, flavonoid, lactone, paniculin, kalmegin, saponin, alkaloid dan tanin (Martin *et al.*, 2022). Bubuk stevia juga memiliki kandungan fenolik cukup tinggi yang didalamnya terdiri dari seperti tanin, alkaloid, flavonoid, dan bioaktif lainnya senyawa yang mempunyai aktivitas antioksidan dan antibakteri, serta sifat-sifat yang meningkatkan kesehatan lainnya (Zaidan *et al.*, 2019).

Senyawa fenolik berperan sebagai zat antioksidan dalam mekanismenya sebagai reduktor, penangkal radikal bebas, metal chelator, pereduksi oksigen berenergi tinggi dan penyumbang elektron (Anggriani dan Mirwa, 2022). Aktivitas antioksidan meningkat seiring dengan bertambahnya kadar senyawa fenolik suatu sampel. Adanya gugus hidroksil dalam senyawa fenol mengakibatkan senyawa fenolik memiliki potensi sebagai antioksidan. Melalui transfer elektron, gugus hidroksil berinteraksi dengan senyawa radikal bebas sebagai donor hidrogen untuk menghambat proses oksidasi (Miguel, 2017).

Kadar flavonoid

Berdasarkan hasil uji statistik data pada Tabel 4 menunjukkan bahwa variasi jenis seduhan tidak berpengaruh nyata terhadap kadar flavonoid seduhan bubuk simplisia sambiloto yang dihasilkan ($P < 0,05$). Kandungan flavonoid tertinggi terdapat pada seduhan bubuk simplisia sambiloto kaya Zn-stevia (SZs) mengandung kadar flavonoid sebesar 10,27 mg QE/g ekstrak. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan reagen $ZnCl_2$ dan bubuk stevia dapat meningkatkan kadar flavonoid seduhan.

Senyawa flavonoid bersifat tidak tahan panas dan mudah teroksidasi pada suhu yang tinggi. Flavonoid peka terhadap panas karena kelompok hidroksil dan ketonnya, serta ikatan ganda tak jenuh. Penambahan reagen $ZnCl_2$ dapat meningkatkan stabilitas flavonoid karena ion

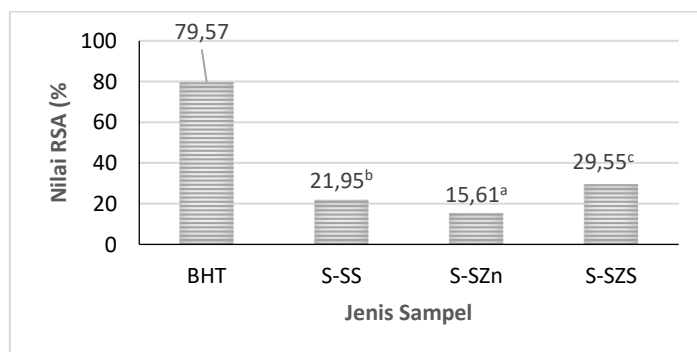
Zn²⁺ juga akan berikatan dapat berikatan dengan flavonoid sehingga terbentuk kompleks yang lebih stabil (Wijaya *et al.*, 2024).

Flavonoid mempunyai tipe yang beragam dan terdapat dalam bentuk bebas (aglikon) maupun terikat sebagai glikosida. Aglikon polimetoksi bersifat non polar, aglikon polihidroksi bersifat semi polar, sedangkan glikosida flavonoid bersifat polar karena mengandung sejumlah gugus hidroksil dan gula (Tasniar, 2021). Senyawa flavonoid dilaporkan memiliki berbagai aktivitas biologis seperti antiulser, antibakteri, antidepresan, antioksidan, dan antitumor. Pada daun sambiloto terdapat berbagai macam senyawa flavonoid yang umumnya meliputi 5-hidroksi-7,8- dimetoksiflavan, 5-hidroksi 7,8,2',3'- tetrametoksiflavan, 5-hidroksi-7,8,2'- trimetoksiflavan 7-O-metilwogonin dan 2'- metil eter (Chao dan Lin, 2010).

Aktivitas Antioksidan

% RSA

Berdasarkan Gambar 1 diketahui bahwa variasi jenis sampel berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap aktivitas antioksidan dengan metode DPPH. Berdasarkan hasil pengujian tersebut seduhan bubuk simplisia sambiloto kaya Zn-Stevia (S-SZs) memiliki daya tangkap radikal bebas tertinggi dibandingkan seduhan bubuk simplisia sambiloto (S-SS) dan seduhan bubuk simplisia sambiloto kaya Zn (S-SZn), namun lebih rendah dibandingkan BHT. Hal ini menunjukkan bahwa bubuk simplisia stevia dapat meningkatkan RSA. Daya tangkap radikal bebas bubuk simplisia sambiloto pada penelitian Suryani *et al.*, (2024) berkisar pada 36,46-77,52%.

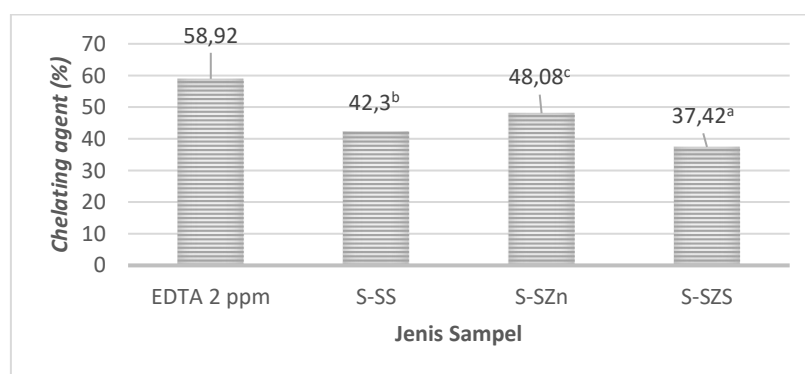


Gambar 1. Aktivitas penangkapan radikal DPPH (%RSA) dari seduhan bubuk simplisia sambiloto (S-SS), seduhan bubuk simplisia sambiloto kaya Zn (S-SZN) dan seduhan bubuk simplisia sambiloto kaya Zn-stevia (S-SZS).

Penambahan bubuk stevia dapat meningkatkan aktivitas antioksidan, karena kandungan antioksidan pada daun stevia tergolong tinggi. Daun stevia memiliki aktivitas antiksidan mencapai 89,52% lebih tinggi dibandingkan dengan kayu manis dan secang (Hastuti dan Rustanti, 2014). Menurut pendapat Tristanto *et al.*, (2017) bahwa kandungan pada bubuk daun stevia seperti alkaloid, tannin, saponin, fenolik, glikosida, steroid, triterpenoid serta flavonoid yang dapat berfungsi sebagai antioksidan.

Chelating agent

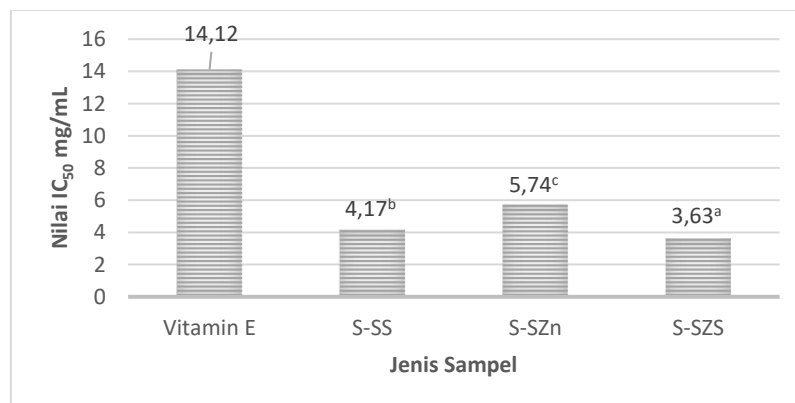
Gambar 2 menunjukkan bahwa variasi jenis sampel berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap aktivitas pengkhelat logam. Berdasarkan hasil pengujian tersebut seduhan bubuk simplisia sambiloto kaya Zn (S-SZn) mempunyai aktivitas pengkhelatan yang tertinggi dibandingkan seduhan bubuk simplisia sambiloto (S-SS) dan seduhan bubuk simplisia sambiloto kaya Zn-stevia (S-SZs), namun lebih rendah dibandingkan EDTA 25 ppm. Peningkatan kemampuan pengkhelat logam berkaitan dengan kandungan senyawa fenolik dan flavonoid dalam ekstrak. Senyawa flavonoid dan fenolik memiliki kemampuan yang baik dalam mengkelat logam Fe^{2+} (Ebrahumzadeh, 2008) karena memiliki gugus hidroksil dan karbonil yang dapat mengkelat logam (Leopoldini *et al.*, 2011).



Gambar 2. Aktivitas antioksidan chelating agent dari seduhan bubuk simplisia sambiloto (S-SS), seduhan bubuk simplisia sambiloto kaya Zn (S-SZn) dan Seduhan bubuk simplisia sambiloto kaya Zn-stevia (S-SZS).

Reducing power

Pada Gambar 3 menunjukkan bahwa variasi jenis sampel berpengaruh nyata ($P < 0,05$) terhadap kemampuan mereduksi. Diketahui bahwa seduhan bubuk kaya Zn-stevia (S-SZs) mempunyai kemampuan mereduksi terbesar, diikuti seduhan bubuk simplisia sambiloto (S-SS) dan terendah seduhan bubuk simplisia sambiloto kaya Zn (S-SZn). Hal ini sesuai dengan nilai IC₅₀nya, seduhan bubuk simplisia sambiloto kaya Zn-stevia (S-SZs) memperoleh nilai IC₅₀ yang terendah. IC₅₀ adalah parameter untuk menentukan konsentrasi senyawa antioksidan yang mampu menghambat 50% oksidasi (Lung dan Destiani, 2017). Nilai IC₅₀ berbanding terbalik dengan aktivitas antioksidan. Semakin kecil nilai IC₅₀, semakin tinggi aktivitas antioksidan (Souhoka *et al.*, 2019).



Gambar 3. Nilai IC₅₀ aktivitas antioksidan redusing power dari seduhan bubuk simplisia sambiloto (S-SS), Seduhan bubuk simplisia sambiloto kaya Zn (S-SZN) dan seduhan bubuk simplisia sambiloto kaya Zn-stevia (S-SZS)

Kadar fenolik yang tinggi berhubungan dengan kapasitas antioksidannya. Penelitian oleh Khadijah *et al.*, (2017) menunjukkan bahwa senyawa fenolik memiliki hubungan dengan senyawa antioksidan. Kontribusi senyawa fenolik dapat memengaruhi aktivitas antioksidan, di mana senyawa fenolik berfungsi sebagai antioksidan dengan cara memutus rantai radikal bebas langsung dan menangkap berbagai spesies reaktif.

KESIMPULAN

Seduhan bubuk simplisia sambiloto kaya Zn (SZn) dan seduhan bubuk simplisia sambiloto kaya Zn-stevia mempunyai kadar klorofil, fenolik, flavonoid dan aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibanding seduhan simplisia sambiloto saja sehingga bubuk simplisia sambiloto kaya Zn dengan atau tanpa penambahan bubuk stevia potensial sebagai bahan minuman fungsional.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, S. F. M., Karim, R., Yusof, Y. A., & Muhammad, K. (2023). Effects of Metal Concentration, pH, and Temperature on the Chlorophyll Derivative Content, Green Colour, and Antioxidant Activity of Amaranth (*Amaranthus viridis*) Purees. *Applied Sciences (Switzerland)*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/app13031344>
- Anggriani, S. D., & Mirwa, A. A. (2022). Determination of Total Phenolic, Total Flavonoid and Antioxidant Activity of Batak Onion Extract (*Allium chinense* G. Don). In *Indonesian Journal of Chemical Science* (Vol. 11, Issue 3). <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ijcs>
- Aziz, M. R., Suryani, C. L., & Fitri, I. A. (2024). Physicochemical Characterization of Simplisia Sambiloto (*Andrographis paniculata*) Powder with Types and Concentrations of Reagents in the Formation of Zn-Chlorophyll Complexes. *JITIPARI*, 9(1), 54–66. <http://ejurnal.unisri.ac.id/index.php/jtpr/index>
- Azzahra, R. O. A., Sugihartono, I., Yudasari, N., Alaih, A. F. F., & Triyono, D. (2024). Studi Awal Biosintesis Nanopartikel ZnO Menggunakan Ekstrak Daun Moringa Oleifera Dengan Teknik Presipitasi. *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal)*. <https://doi.org/10.21009/03.1201.FA27>

- Brigitta, P., Nengah, N., Fatmawati, D., Nyoman, N., & Budayanti, S. (2021). Uji Aktivitas Ekstrak Etanol Daun Sambiloto (*Andrographis paniculata* Nees) Sebagai Anti Bakteri *Streptococcus pyogenes* ATCC 19615. *Jurnal Medika Udayana*, 10(3). <https://doi.org/10.24843.MU.2021.V10.i3.P15>
- Chao, W.-W., & Lin, B.-F. (2010). Isolation and identification of bioactive compounds in *Andrographis paniculata* (Chuanxinlian). *Chinese Medicine*, 5(1), 17. <https://doi.org/10.1186/1749-8546-5-17>
- Ebrahimzadeh, M. A., F. Poumorad, and A. R. Bekhradnia. (2008). *Iron Chelating Activity, Phenol and Flavonoid Content of Some Medicinal Plants From Iran*. *Afr J Biotechnol*. 7(18):3188-3192.
- Fathurrohman, N. N., Murti, S. T. C., & Suryani, C. L. (2023). Effect of Zn–chlorophyll Complexes Formation on the Color Stability of Pandan (*Pandanus amaryllifolius*) Leaf Extract. *Food Science and Technology (United States)*, 11(3), 161–167. <https://doi.org/10.13189/fst.2023.110304>
- Fatima, B., Nayak, S., Singh, A., & Das, P. (2024). Antibacterial photodynamic inactivation with elicited *Andrographis paniculata* (Burm. f.) Wall. ex Nees plant extract derived carbonaceous nanoparticle. *Phytomedicine Plus*, 4(1). <https://doi.org/10.1016/j.phyplu.2023.100512>
- Hastuti, A.M., dan Rustanti, N. 2014. Pengaruh Penambahan Kayu Manis Terhadap Aktivitas Antioksidan dan Kadar Gula Total Minuman Fungsional Secang dan Daun Stevia Sebagai Alternatif Minuman Bagi Penderita Diabetes Melitus Tipe 2. *Journal of Nutrition College*. 3(3): 362-369. <https://doi.org/10.14710/jnc.v3i3.6595>
- Hendriyani, I. S., Nurchayati, Y., & Setiasari, N. (2018). Kandungan klorofil dan karotenoid Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) pada umur tanaman yang berbeda. *Jurnal Biologi Tropika*, 1(2), 38.
- Khadijah., Jayali, A.M., Sudir Umar, I. S. 2017. Penentuan Total Fenolik Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanolik Daun Samama (*Anthocephalus Macrophyllus*) Asal Ternate, Maluku Utara. *Jurnal Kimia Mulawarman*. 15(1), 11. <https://doi.org/10.30872/jkm.v15i1.495>
- Kusumaningtyas, M. D. (2024). Pengaruh Proporsi Penambahan Stevia (*Stevia rebaudiana* B.) Terhadap Aktivitas Antioksidan Bubuk Simplisia Sambiloto (*Andrographis Paniculata*) Kaya Zn. In *Skripsi*.
- Limanto, A. (2017). Stevia, Pemanis Pengganti Gula dari Tanaman Stevia rebaudiana. *Jurnal Kedokteran Meditek*, 23(6).
- Leopoldini, M., Russo, N., and Toscano, M. (2011). *The molecular basis of working mechanism of natural polyphenolic antioxidants*. *Food Chemistry*.125(2):288–306. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.08.012>
- Lung, J.K.S., dan Destiani, D.P. 2017. Uji Aktivitas Antioksidan Vitamin A, C, E dengan Metode DPPH. *Farmaka*. 15 (1).
- Martin, R. S. H., Laconi, E. B., & Jayanegara, A. (2022). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Sambiloto (*Andrographis Paniculata*) dan Ekstrak Kulit Manggis (*Garcinia Mangostana*) terhadap Aflatoksin B1 pada Jagung. *Jurnal Ilmu Nutrisi Dan Teknologi Pakan*, 20(1), 30–37. <https://doi.org/10.29244/jintp.20.1.30-37>
- Miguel, R. S. C. (2017). Phenolic Antioxidant Capacity: A Review of the State of the Art. In *Phenolic Compounds - Biological Activity*. InTech. <https://doi.org/10.5772/66897>

- Pirgozliev, V. R., Whiting, I. M., Kljak, K., Mansbridge, S. C., Atanasov, A. G., Rose, S. P., & Enchev, S. B. (2022). Stevia (*Stevia rebaudiana*) Improves Carotenoid Content in Eggs When Fed to Laying Hens. *Foods*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/foods11101418>
- Pujimulyani, D., Raharjo, S., Marsono, Y., & Santoso, U. (2010). Pengaruh Blanching Terhadap Aktivitas Antioksidan, Kadar Fenol, Flavonoid, dan Tanin Terkondensasi Kunir Putih (*Curcuma mangga Val.*). *AGRITECH*, 30(3).
- Rahayuningsih, E., Pamungkas, M. S., Olvianas, M., & Putera, A. D. P. (2018). Chlorophyll extraction from suji leaf (*Pleomele angustifolia* Roxb.) with ZnCl₂ stabilizer. *Journal of Food Science and Technology*, 55(3), 1028–1036. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-3016-7>
- Rohmat, N., Ibrahim, R., & Riyadi, P. H. (2014). Pengaruh Perbedaan Suhu dan Lama Penyimpanan Rumput Laut Sargassum polycystum Terhadap Stabilitas Ekstrak Kasar Pigmen Klorofil. *Jurnal Pengolahan Dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 3(1), 118–126. <http://www.ejournals1.undip.ac.id/index.php/jpbhp>
- Ryadha, R. S., Aulia, N., Batara, A. (2021). Potensi Rempah-Rempah sebagai Minuman Fungsional Sumber Antioksidan dalam Menghadapi Pandemi Covid-19. 3(1).
- Sani, Y. N., Danladi, S., Wan-Azemin, A., Rao Us, M., Mohd, K. S., & Dharmaraj, S. (2015). Effects of Extracting Solvents on Total Phenolic Content, Total Flavonoid Content and Anti-Oxidant Activity of *Andrographis paniculata* from Kemaman, Malaysia. *Research Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences*, 6(3).
- Sari, D. K., Affandi, D. R., & Prabawa, S. (2019). Pengaruh Waktu dan Suhu Pengeringan Terhadap Karakteristik Teh Daun Tin (*Ficus carica* L.). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, XII(2).
- Siagan, I. D. N., Bintaro, V. P., & Nurwantoro. (2020). Karakteristik Fisik, Kimia dan Organoleptik Teh Celup Daun Tin dengan Penambahan Daun Stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) sebagai Pemanis. *Jurnal Teknologi Pangan*, 4(1), 23.
- Suryani, C.L., Suwarta, F.X., and Fitri, I.A. (2024). *The Effect of Zncl2 Concentrations and Heating Methods on the Chlorophyll, Phenolic, Andrographolide Content and Antioxidant Activity of Sambiloto (Andrographis Paniculata) Simplicia Powder*. *Food and nutrition journal*. 12(2):783-791.
- Suryani, C. L., Santoso, U., Supriyadi, & Wahyuningsih, T. D. (2021). Stabilitas Ekstrak Klorofil dan Mikrokapsul Zn-klorofil Daun Pandan Wangi (*Pandanus amaryllifolius*, Roxb) Sebagai Pewarna Makanan dan Antioksidan.
- Suryani, C. L., Wahyuningsih, T. D., A., S., & Santoso, U. (2020). Derivatization of Chlorophyll from Pandan (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) Leaves and Their Antioxidant Activity. *Periódico Tchê Química*, 17(36), 1110–1126. <https://doi.org/10.52571/PTQ.v17.n36.2020.1125> Periodico36 pgs 1110 1126.pdf
- Souhoka, F.A., Hattu, N., dan Huliselan, M. 2019. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Biji Kesumba Keling (*Bixa orellana* L). *Indo. J. Chem. Res.*, 2019, 7(1), 25-31
- Tasniar, A. I. (2021). Aktivitas Antidiabetes Ekstrak Etil Asetat Daun Salam (*Syzygium polyanthum* Wight.) Terhadap Tikus Putih Jantan yang Diinduksi Diet Tinggi Lemak dan Fruktosa.
- Tristantoa, N.A., Budiantaa, T.D.W., dan Utomo, A.R. 2017. Pengaruh Suhu Penyimpanan Dan Proporsi Teh Hijau Bubuk Daun Kering Stevia (*Stevia rebaudiana*) Terhadap Aktivitas Antioksidan

Minuman Teh Hijau Stevia Dalam Kemasan Botol Plastik. Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi Journal of Food Technology and Nutrition.16 (1): 21-28

Usman, Fitri, I. A., & Suryani, C. L. (2022). Pengaruh Jenis Medium Sumber Zn^{2+} dan Lama Blanching Terhadap Aktivitas Antioksidan Bubuk Simplisia Sambiloto (*Andrographis paniculata*). *Prosiding Seminar Nasional Mini Riset Mahasiswa*, 1(2), 54–66.

Wijaya, N. R., Nikmah, M., Afifah, Z. U. F., Sofiani, N. A., Suryani, C. L., & Sari, Y. P. (2024). Peningkatan Kualitas Sifat Fisik dan Kadar Klorofil dari Pasta Pandan Melalui Variasi Konsentrasi $ZnCl_2$ Sebagai Media Ekstraksi dan Jenis Bahan Pengisi. *Agrisaintifika Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian*, 8(1), 92–100.

Zaidan, U. H., Mohamad Zen, N. I., Amran, N. A., Shamsi, S., & Gani, S. S. A. (2019). *Biochemical Evaluation of Phenolic Compounds and Steviol Glycoside From Stevia rebaudiana Extracts Associated With In Vitro Antidiabetic Potential*. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 18, 101049. <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2019.101049>