

Penentuan kadar total fenol dan flavonoid pada ekstrak kayu manis (*Cinnamomum burmannii*)

Syifa Najmiatu Sa'adah

Program Studi Kimia, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang

e-mail: syifanajmiatu99@gmail.com

Kata Kunci:

Fitokimia, Total Flavonoid, Total Fenol, Ekstraksi, *Cinnamomum burmannii*.

Keywords:

Phytochemicals, Total Flavonoids, Total Phenol, Extraction, *Cinnamomum burmannii*.

ABSTRAK

Kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) merupakan varietas rempah berasal dari Indonesia yang banyak dimanfaatkan diberbagai bidang karena diyakini mempunyai aktivitas antioksidan. Hal inilah yang mendasari penelitian ini untuk menentukan kadar total fenol dan flavonoid dari ekstrak kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) karena kadar total fenol dan flavonoid berbanding lurus dengan aktivitas antioksidannya. Banyak sekali metode ekstraksi yang dapat digunakan untuk mengekstrak kayu manis (*Cinnamomum burmannii*). Namun, pada penelitian ini digunakan 4 metode ekstraksi, yaitu infusa, FHI, Sonikasi

dingin, dan sonikasi panas. Hal ini bertujuan untuk menentukan metode mana yang tepat digunakan dan memberikan hasil kadar total fenol dan flavonoid yang tinggi. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan total fenol kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) dengan metode infusa, FHI, sonikasi dingin, dan panas berturut-turut adalah 35,4342 mg/g; 47,6053 mg/g; 42,4868 mg/g; dan 47,8026 mg/g. Sedangkan, kadar total flavonoid kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) dengan metode infusa, FHI, sonikasi dingin, dan panas berturut-turut adalah 13,1852 mg/g; 38,1481 mg/g; 29,0000 mg/g; dan 30,7037 mg/g. Dapat disimpulkan, bahwa untuk mendapatkan kadar total fenol kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) yang tinggi lebih efektif menggunakan metode sonikasi panas, dan kadar total flavonoid lebih efektif menggunakan metode FHI dengan pelarut etanol 70%.

ABSTRACT

Cinnamon (*Cinnamomum burmannii*) is a variety of spices from Indonesia that is widely used in various fields because it is believed to have antioxidant activity. This is what underlies this study to determine the total phenol and flavonoids content of cinnamon (*Cinnamomum burmannii*) extract because the total phenol and flavonoids content is directly proportional to its antioxidant activity. There are many extraction methods that can be used to extract cinnamon (*Cinnamomum burmannii*). However, in this study, 4 extraction methods were used, namely infusa, FHI, cold sonication, and hot sonication. This aims to determine which method is appropriate to use and provide high levels of total phenols and flavonoids. Based on the research that has been done, the total phenol content of cinnamon (*Cinnamomum burmannii*) with infusa, FHI, cold sonication, and hot methods are 35.4342 mg/g; 47.6053 mg/g; 42.4868 mg/g; and 47.8026 mg/g, respectively. Meanwhile, the total flavonoid content of cinnamon (*Cinnamomum burmannii*) with infusa, FHI, cold sonication, and hot methods are 13.1852 mg/g; 38.1481 mg/g; 29.0000 mg/g; and 30.7037 mg/g, respectively. It can be concluded, that to get high levels of total phenolics of cinnamon (*Cinnamomum burmannii*) it is more effective to use the hot sonication method, and the total flavonoid levels are more effective using the FHI method with 70% ethanol solvent.



This is an open access article under the [CC BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) license.

Copyright © 2023 by Author. Published by Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.

Pendahuluan

Indonesia terkenal sebagai negara yang kaya akan keragaman hayati terutamanya rempah-rempah yang mempunyai banyak kegunaan dan manfaat. Salah satu rempah asli Indonesia adalah kayu manis (*Cinnamomum burmanii*) yang memberikan cita rasa pada makanan. Kayu manis (*Cinnamomum burmanii*) banyak dimanfaatkan diberbagai bidang seperti dibidang industri, pangan, kosemetik, dan obat-obatan tradisional maupun modern (Antasionasti & I, 2021).

Kayu manis adalah tanaman budidaya yang tersebar secara luas baik di Asia Tenggara, Cina, maupun Australia dan mempunyai berbagai jenis varietas. Salah satu varietas kayu manis yang berasal dari Indonesia adalah (*Cinnamomum burmannii*). Selain itu, kayu manis dari Sri Lanka adalah kayu manis sejati dan *Cinnamomum zeylanicum*, sedangkan yang berasal dari India dan Myanmar tepatnya di Burma adalah kayu manis jenis *Cinnamomum tamala* (Antasionasti & I, 2021).

Beberapa penelitian telah melaporkan bahwa kayu manis dapat digunakan sebagai antioksidan karena memiliki kadar total flavonoid dan fenol yang sangat tinggi. Pada penelitian Tan, dkk (2018), diketahui bahwa kandungan flavonoid pada ekstrak kayu manis yang didapatkan dari metode ekstraksi refluks dengan masing-masing konsentrasi pelarut, yaitu metanol 40%, 60%, dan 80% berturut-turut adalah 22,823 mg/g, 26,521mg/g, dan 30,583 mg/g. Sedangkan, untuk total fenol berturut-turut adalah 42,016 mg/g, 55,270 mg/g, dan 71,540 mg/g.

Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Antasionasti, dkk (2021) telah dilakukan penentuan total flavonoid dan fenol terhadap ekstrak kayu manis (*Cinnamomum burmanii*) yang didapatkan dari proses maserasi, dari penelitiannya diketahui bahwa kadar total flavonoid dan fenol berturut-turut adalah $75,685 \pm 1,408$ %EAG dan $60,546 \pm 0,670$ %EK. Berdasarkan penelitian-penelitian tersebut maka dapat diketahui bahwa kayu manis berpotensi sebagai bahan tambahan pangan dalam industri maupun farmasi yang tinggi antioksidan (Antasionasti & I, 2021) karena hubungan antara total flavonoid dan fenol dengan aktivitas antioksidannya adalah berbanding lurus (Perwiratami et al., 2014). Flavonoid berperan sebagai antioksidan dengan cara mendonasikan atom hidrogennya atau melalui kemampuannya mengkelat logam, berada dalam bentuk glukosida atau mengandung rantai samping glukosa yang dalam bentuk bebasnya disebut sebagai aglikon (Kamilah Hayati et al., 2015).

Untuk mengetahui kadar total flavonoid dan fenol dari kayu manis (*Cinnamomum burmannii*), perlu dilakukan proses ekstraksi. Di mana, metode ekstraksi yang dipilih sangat mempengaruhi konsentrasi atau kadar total flavonoid dan fenol dari ekstrak kayu manis (*Cinnamomum burmannii*). Metode ekstraksi dibagi menjadi dua, yaitu metode dengan pemanasan, dan metode tanpa pemanasan (dingin) dengan tujuan untuk menghindari kerusakan senyawa pada sampel (Aswandi, 2022).

Pada penelitian Aswandi (2022) menyimpulkan bahwa metode ekstraksi berpengaruh terhadap jumlah senyawa antioksidan yang terekstrak sehingga berpengaruh juga terhadap jumlah senyawa aktivitas antioksidannya. Di mana, pada penelitiannya

diketahui bahwa nilai aktivitas antioksidan pada ekstrak etanol maserasi sebesar 20,8976 ppm, sedangkan pada ekstrak etanol soxhletasi sebesar 24,9780 ppm.

Selain itu, jenis pelarut pada ekstraksi menggunakan gelombang ultrasonik dapat mempengaruhi kadar total flavonoid dan fenol. Dibuktikan pada penelitian yang dilakukan oleh Verdiana, dkk (2018), yang menyatakan bahwa pelarut etanol 70% menghasilkan aktivitas antioksidan tertinggi dibandingkan dengan aquadest, aseton 70% dan metanol 70% sehingga pada penelitian ini digunakan pelarut etanol 70% untuk metode sonikasi panas dan dingin.

Oleh karena itu, penelitian-penelitian di atas dapat melatarbelakangi penelitian ini untuk mengetahui perbedaan kadar total flavonoid dan fenol dari kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) dengan menggunakan metode ekstraksi yang berbeda, yaitu metode ekstraksi infusa, FHI (Farmakologi Herbal Indonesia), Sonikasi panas, dan sonikasi tanpa pemanasan (dingin).

Metode Penelitian

Waktu dan Tempat Pelaksanaan

Penelitian ini dilaksanakan pada tanggal 1-31 Juli 2021 setiap hari Senin-Jumat di Laboratorium Instrumentasi UPT Laboratorium Herbal Materia Medica Batu yang beralamatkan di Jalan Lahor No. 87, Pesanggrahan, Kec. Batu, Kota Batu, Jawa Timur 65313.

Alat dan Bahan

Adapun alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah tabung reaksi 7 buah (Pyrex), *beaker glass* 6 buah (iwaki), gelas ukur 50 mL 2 buah (iwaki), pipet tetes 8 buah, corong kaca 4 buah (iwaki), batang pengaduk 4 buah, kertas saring 4 buah, rak tabung reaksi, cawan porselen 4 buah, botol timbang 4 buah, spatula 2 buah, labu ukur 10 mL (iwaki), botol vial coklat 8 buah, botol Schott 2 buah, alu dan mortar, neraca analitik, seperangkat bunsen dan kaki tiga, *magnetic stirrer*, *hotplate*, *waterbath*, *ultrasonic cleaner* (220V, 50Hz), mikropipet 1000 µL dan 100 µL (DragonLab), seperangkat alat spektrofotometer UV-Vis.

Adapun bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah simplisia kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) (230202.KMS.I.MMB.003), aquadest, etanol 70%, AlCl₃ 10%, larutan natrium asetat 1M, reagen Folin-Ciocalteu 7,5%, dan NaOH 1 %.

Ekstraksi Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*) dengan Infusa

Ekstraksi kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) dengan metode infusa dilakukan dengan cara berikut, yaitu ditimbang 5 gram sampel simplisia serbuk kayu manis (*Cinnamomum burmannii*). Kemudian, dilarutkan dalam 50 mL aquadest di dalam *beaker glass* 100 mL (hingga simplisia terendam dengan interval penambahan 10 mL). Lalu, dipanaskan di atas bunsen selama 15 menit. Setelah itu, disaring dengan kertas saring dan dimasukkan filtrat ke dalam cawan porselen. Kemudian, filtrat diuapkan dengan *waterbath* selama ±1 hari.

Ekstraksi Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*) dengan FHI (Farmakologi Herbal Indonesia)

Ekstraksi kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) dengan metode FHI (Farmakologi Herbal Indonesia) dilakukan dengan cara berikut, yaitu ditimbang 5 gram sampel simplisia serbuk kayu manis (*Cinnamomum burmannii*). Kemudian, dilarutkan dalam 50 mL etanol 70% di dalam *beaker glass* 100 mL. Diaduk menggunakan *magnetic stirrer* di atas *hotplate* dengan pemanasan $\pm 100^{\circ}\text{C}$ selama 1 jam. Setelah itu, disaring dengan kertas saring dan dimasukkan filtrat ke dalam cawan porselen. Kemudian, filtrat diuapkan dengan *waterbath* selama ± 1 hari.

Ekstraksi Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*) dengan Sonikasi Dingin

Ekstraksi kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) dengan metode sonikasi tanpa pemanasan (sonikasi dingin) dilakukan dengan cara, yaitu ditimbang 5 gram sampel simplisia serbuk kayu manis (*Cinnamomum burmannii*). Kemudian, dilarutkan dalam 50 mL etanol 70% di dalam botol Schott. Lalu, dimasukkan ke dalam *ultrasonic cleanser* (220V, 50Hz) untuk dilakukan sonikasi dingin selama 30 menit. Setelah itu, disaring dengan kertas saring dan dimasukkan filtrat ke dalam cawan porselen. Kemudian, filtrat diuapkan dengan *waterbath* selama ± 1 hari.

Ekstraksi Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*) dengan Sonikasi Panas

Ekstraksi kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) dengan metode sonikasi panas dilakukan dengan cara, yaitu ditimbang 5 gram sampel simplisia serbuk kayu manis (*Cinnamomum burmannii*). Kemudian, dilarutkan dalam 50 mL etanol 70% di dalam botol Schott. Lalu, dimasukkan ke dalam *ultrasonic cleanser* (220V, 50Hz) dan ditekan tombol *ON HEATER* untuk dilakukan sonikasi panas selama 30 menit. Setelah itu, disaring dengan kertas saring dan dimasukkan filtrat ke dalam cawan porselen. Kemudian, filtrat diuapkan dengan *waterbath* selama ± 1 hari.

Penentuan Kadar Total Fenol dan Flavonoid Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*) dengan Spektrofotometer UV-Vis

Penentuan kadar total fenol kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) dengan spektrofotometer UV-Vis dilakukan dengan cara, yaitu pertama-tama ditimbang 10 mg sampel, lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL. Ditambahkan etanol 70% hingga tanda batas, lalu dihomogenkan hingga larutan homogen sehingga diperoleh larutan ekstrak kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) 1000 ppm. Kemudian, dibuat larutan sampel dengan konsentrasi 500 ppm. Setelah itu, Diambil 0,5 mL (500 μL) larutan sampel 500 ppm menggunakan mikropipet dan dimasukkan ke dalam botol vial coklat, lalu ditambahkan 2,5 mL (2500 μL) reagen Folin-Ciocalteu 7,5%. Kemudian, didiamkan selama 8 menit pada suhu ruang. Lalu, ditambahkan 2 mL (2000 μL) NaOH 1% dan diinkubasi selama 1 jam pada suhu ruang. Setelah itu, diukur absorbansinya pada λ_{maks} 735 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Kemudian, dihitung kadar total flavonoid kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) menggunakan excel.

Penentuan kadar total flavonoid kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) dengan spektrofotometer UV-Vis dilakukan dengan cara, yaitu pertama-tama ditimbang 10 mg

sampel, lalu dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL. Ditambahkan etanol 70% hingga tanda batas, lalu dihomogenkan hingga larutan homogen sehingga diperoleh larutan ekstrak kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) 1000 ppm. Setelah itu, diambil 0,5 mL (500 μ L) larutan sampel 1000 ppm menggunakan mikropipet, lalu dimasukkan ke dalam botol vial coklat. Ditambahkan larutan $AlCl_3$ 10% sebanyak 0,1 mL (100 μ L). Kemudian, ditambahkan larutan natrium asetat 1 M sebanyak 0,1 mL (100 μ L), lalu ditambahkan 2,8 mL aquadest. Dikocok dan didiamkan pada suhu ruang selama 30 menit. Setelah itu, diukur absorbansinya pada λ_{maks} 425 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Kemudian, dihitung kadar total flavonoid kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) menggunakan excel.

Pembahasan

Penentuan kadar total fenol dan flavonoid pada kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) dilakukan bertujuan untuk memperkuat hasil uji fitokimia yang telah dilakukan. Di mana, hasil uji fitokimia pada penelitian ini menunjukkan hasil positif mengandung senyawa fenol dan flavonoid. Namun, belum diketahui berapa kadar total fenol dan flavonoid kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) sehingga diperlukannya pengukuran menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Pada penelitian ini, penentuan kadar total fenol dan flavonoid dilakukan pada ekstrak kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) yang didapatkan melalui metode ekstraksi yang berbeda. Tujuannya, untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan total fenol dan flavonoid dari kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) dengan metode ekstraksi yang berbeda, dan dapat ditarik kesimpulan metode ekstraksi mana yang mempunyai kadar total fenol dan flavonoid lebih tinggi. Metode ekstraksi yang digunakan pada penelitian ini di antaranya infusa, FHI, sonikasi dingin, dan sonikasi panas. Selain itu, penelitian ini juga bertujuan untuk membuktikan apakah perbedaan suhu, pengadukan, dan pelarut berpengaruh terhadap kadar total fenol dan flavonoid kayu manis (*Cinnamomum burmannii*).

Prinsip penentuan kadar total fenol kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) dengan larutan reagen Folin-Ciocalteu yaitu berdasarkan kekuatan mereduksi dari gugus hidroksi fenol yang ditandai dengan terbentuknya senyawa kompleks berwarna biru (Septiani et al., 2018). Sedangkan, penentuan kadar total flavonoid dilakukan menggunakan kompleks $AlCl_3$ 10% yang didasarkan pada pembentukan warna (kuning). Di mana, pada prinsipnya penentuan kadar total flavonoid kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) dengan metode $AlCl_3$ adalah terbentuknya senyawa kompleks antara $AlCl_3$ dengan gugus keto pada atom C-4 dan juga dengan gugus hidroksi pada atom C-3 atau C-4 yang bertetangga dengan flavon dan flavonol (Cahyanta, 2016).

Pada penentuan total fenol kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) digunakan larutan standar asam galat karena merupakan turunan dari asam hidroksibenzoat yang tergolong asam fenol sederhana dan bersifat stabil (Septiani et al., 2018). Selain itu, penggunaan asam galat sebagai larutan standar karena asam galat mempunyai gugus hidroksil dan ikatan rangkap terkonjugasi pada masing-masing cincin benzena sehingga sangat efektif untuk membentuk senyawa kompleks dengan reagen Folin-Ciocalteu (Tan et al., 2018).

Senyawa fenol akan bereaksi dengan reagen Folin-Ciocalteu membentuk larutan berwarna biru. Di mana, warna biru yang teramati berbanding lurus dengan konsentrasi ion fenolat yang terbentuk. Fenolat hanya terdapat pada larutan basa, tetapi pereaksi Folin-Ciocalteu dan produknya bersifat tidak stabil pada kondisi basa sehingga dilakukan penambahan NaOH yang berfungsi untuk membentuk suasana basa agar terjadi reaksi reduksi Folin-Ciocalteu oleh gugus hidroksil dari fenolik di dalam sampel (Ismail et al., 2012).

Larutan standar yang digunakan untuk penentuan total flavonoid kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) adalah kuersetin karena termasuk flavonoid golongan flavonol yang mempunyai gugus keto pada C-4 dan memiliki gugus hidroksil pada atom C-3 atau C-5 yang bertetangga dari flavon dan flavonol (Asmorowati & Lindawati, 2019). Pada penentuan kadar total flavonoid dilakukan penambahan natrium asetat 1 M yang berfungsi sebagai pereaksi geser dan untuk mendeteksi adanya gugus 7-OH. Selain itu, dapat berfungsi untuk mempertahankan panjang gelombang pada daerah visible atau tampak. Oleh karena itu, penambahan natrium asetat dengan volume dan konsentrasi optimum akan menghasilkan hasil yang maksimum (Suwartini et al., 2021).

Pada penentuan kadar total fenol, dibuat larutan ekstrak kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) dengan konsentrasi 500 ppm. Kemudian, direaksikan dengan reagen Folin-Ciocalteu 7,5% dan NaOH 1%, lalu diukur absorbansi menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum 735 nm. Data absorbansi yang didapatkan digunakan untuk menghitung kadar total fenol pada ekstrak kayu manis (*Cinnamomum burmannii*).

Penentuan kadar total flavonoid kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) dilakukan dengan cara dibuat larutan ekstrak dengan konsentrasi 1000 ppm dalam labu ukur 10 mL. Kemudian, larutan ekstrak kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) 1000 ppm direaksikan dengan AlCl_3 10%, natrium asetat 1 M, dan aquadest, lalu diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 425 nm. Data absorbansi yang didapatkan digunakan untuk menghitung kadar total flavonoid pada ekstrak kayu manis (*Cinnamomum burmannii*).

Pada penelitian ini, data-data absorbansi dari total fenol dan flavonoid kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) diolah menggunakan Excel untuk mengetahui kadar total fenol dan flavonoidnya. Untuk total fenol kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) dihitung menggunakan kurva standar asam galat (mg/g) dengan persamaan $y = 0,0076x - 0,0064$ (y = absorbansi, dan x = kadar total fenol (mg/g)); $R^2 = 0,9935$, dan total flavonoid dihitung menggunakan kurva standar kuersetin (mg/g) dengan nilai $y = 0,0027x + 0,0006$ (y = absorbansi, dan x = kadar total flavonoid (mg/g)) dan $R^2 = 0,9997$. Nilai R^2 (koefisien determinasi) adalah angka yang mempunyai range nilai 0-1. Di mana, nilai tersebut menunjukkan seberapa dekat nilai perkiraan untuk analisis regresi yang mewakili data sebenarnya. Analisis regresi yang dapat dipercaya adalah yang mempunyai nilai $R^2 \cong 1$ (Tan et al., 2018).

Adapun data-data absorbansi dari penentuan total fenol dan flavonoid dapat dihitung secara manual setelah didapatkan persamaan regresi dari kurva standar yang digunakan. Perhitungan manual dapat dilakukan sebagai berikut.

$$y = ax \pm b, \text{ sehingga}$$

$$x = \frac{(y-b)}{a}, \text{ di mana}$$

x : kadar total fenol atau flavonoid (mg/g)

y : absorbansi

Kadar total fenol dinyatakan sebagai %EAG atau dinyatakan sebagai mg ekuivalen asam galat/gram ekstrak. Sedangkan, kadar total flavonoid dinyatakan sebagai %EK atau dinyatakan sebagai mg ekuivalen kuersetin/gram ekstrak (Antasionasti & I, 2021; Tan et al., 2018). Adapun kadar total fenol dan flavonoid dari ekstrak kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) dengan variasi metode ekstraksi adalah sebagai berikut.

Tabel 1. Kadar Total Fenol dan Flavonoid Ekstrak Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*).

Metode Ekstraksi Kayu Manis (<i>Cinnamomum burmannii</i>)	Pelarut	Kadar Total Fenol (mg/g)	Kadar Total Flavonoid (mg/g)
Infusa	Aquadest	35,4342	13,1852
FHI (Farmakologi Herbal Indonesia)	Etanol 70%	47,6053	38,1481
Sonikasi Dingin	Etanol 70%	42,4868	29,0000
Sonikasi Panas	Etanol 70%	47,8026	30,7037

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa urutan kadar fenol ekstrak kayu manis (*Cinnamomum burmannii*), yaitu ekstraksi menggunakan metode sonikasi panas > FHI > sonikasi dingin > infusa, dan kadar total fenol tertinggi terdapat pada metode ekstraksi sonikasi panas sebesar 47,8026 mg/g. Sedangkan, kadar total flavonoid yang diekstraksi dengan metode FHI > sonikasi panas > sonikasi dingin > infusa, dan kadar total flavonoid kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) tertinggi terdapat pada metode FHI sebesar 38,1481 mg/g. Selain itu, pada penelitian ini membuktikan hasil fitokimia kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) yang positif mengandung flavonoid dan fenol (tanin).

Pada penelitian ini, kadar total fenol dan flavonoid kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) tidak terlalu jauh berbeda. Namun, kadar total fenol sedikit lebih banyak dibandingkan kadar total flavonoid. Hal ini terjadi karena flavonoid merupakan golongan dari senyawa fenol (Zuraida et al., 2017). Selain itu, nilai kadar total fenol yang tinggi karena besarnya kadar total fenol dalam ekstrak tidak semuanya merupakan senyawa flavonoid. Senyawa polifenol merupakan metabolit terbesar dalam tanaman yang dapat berupa asam fenolat, melanin, kumarin, flavonoid, ligin, dan tanin (Septiani et al., 2018). Perbedaan total fenol dan flavonoid juga terdapat pada penelitian Anasionasti, dkk (2021), di mana hasil kadar total fenol kayu manis (*Cinnamomum*

burmannii) lebih besar dibandingkan kadar total flavonoid, yaitu kadar total fenol dan flavonoid kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) berturut-turut adalah $75,685 \pm 1,408$ %EAG dan $60,546 \pm 0,670$ %EK.

Pada penelitian ini, baik metode infusa maupun FHI (Farmakologi Herbal Indonesia) sama-sama menggunakan pemanasan tetapi metode FHI menghasilkan kadar total fenol dan flavonoid yang tinggi dibandingkan infusa. Pada metode infusa, pelarut yang digunakan adalah aquadest dan dilakukan pemanasan tanpa pengadukan di atas bunsen selama ± 15 menit. Sedangkan, metode FHI pelarut yang digunakan adalah etanol 70% yang dipanaskan di atas hotplate dan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 1 jam pada suhu $\pm 100^\circ\text{C}$. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi hasil kadar total fenol dan flavonoid antara metode infusa dan metode FHI, yaitu pengaruh pelarut, suhu, waktu ekstraksi, dan pengadukan.

Umumnya, metode ekstraksi pada penelitian ini didasari oleh prinsip *like dissolve like*, yaitu suatu pelarut akan cenderung melarutkan senyawa yang mempunyai sifat kepolaran yang sama. Pelarut polar akan melarutkan senyawa polar dan pelarut nonpolar akan melarutkan senyawa nonpolar (Arsa & Achmad, 2020). Pada metode infusa pelarut yang digunakan adalah aquadest yang bersifat polar dan metode FHI menggunakan pelarut etanol 70% yang bersifat semipolar. Senyawa fenol dan flavonoid bersifat polar sehingga dapat larut pada etanol maupun aquadest.

Namun, dari hasil yang didapatkan pada penelitian ini pelarut etanol 70% yang lebih efektif mengekstraksi kayu manis (*Cinnamomum burmannii*). Hal ini dapat dibuktikan dengan dihasilkannya kadar total fenol dan flavonoid kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) yang tinggi dalam ekstrak etanol dibandingkan ekstrak air. Hal ini dapat terjadi dikarenakan hampir semua senyawa fenol umumnya mengandung sebuah cincin aromatik dengan satu atau lebih gugus hidroksil. Keberadaan cincin aromatik ini membuat kepolaran senyawa menjadi berkurang sehingga dengan menggunakan pelarut etanol pada konsentrasi yang tinggi lebih efektif melarutkan senyawa fenol. Selain itu, etanol yang bersifat semipolar mempunyai dua sifat kepolaran, di antaranya sifat polar karena mengandung gugus OH^- yang mampu melarutkan senyawa yang bersifat polar, dan sifat nonpolar karena mengandung gugus $-\text{CH}_3-\text{CH}_2-$ yang dapat melarutkan senyawa nonpolar. Oleh karena itu, senyawa fenol lebih suka larut dalam pelarut etanol dibandingkan pelarut aquadest (Lumempouw et al., 2012; Simmamora et al., 2021).

Dibuktikan pada penelitian yang dilakukan oleh Verdiana, dkk (2018), yang menyatakan bahwa pelarut etanol 70% menghasilkan total fenol dan flavonoid tertinggi dibandingkan dengan aquadest, aseton 70% dan metanol 70%. Pada penelitiannya menyebutkan bahwa aquadest merupakan pelarut yang paling polar dibandingkan dengan pelarut lainnya sehingga komponen yang bersifat polar seperti karbohidrat ikut terekstrak dan menyebabkan total flavonoid per berat sampel menjadi rendah.

Total fenol dan total flavonoid juga berkorelasi terhadap nilai aktivitas antioksidan sehingga dapat dibandingkan aktivitas antioksidan dari ekstrak kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) dengan perbedaan metode ekstraksi yang digunakan, seperti yang dilakukan oleh Ervina, dkk (2016) dan Ervina, dkk (2019), secara berturut-turut

adalah $3,03 \pm 0,22 \mu\text{g/mL}$ untuk infusa kayu manis (*Cinnamomum burmannii*), $3,45 \pm 0,04 \mu\text{g/mL}$ untuk ekstrak air kayu manis (*Cinnamomum burmannii*), dan $8,36 \pm 0,73 \mu\text{g/mL}$ untuk ekstrak etanol kayu manis (*Cinnamomum burmannii*). Berdasarkan penelitian yang dilakukan Ervina, dkk (2016) dan Ervina, dkk (2019) tersebut dapat diketahui nilai aktivitas antioksidan tertinggi terdapat pada ekstrak etanol kayu manis (*Cinnamomum burmannii*). Oleh karena itu, dari penelitian tersebut dapat disimpulkan pula bahwa total senyawa fenol dan flavonoid ekstrak etanol kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) mempunyai nilai yang tinggi dibandingkan ekstrak air kayu manis dan metode ekstraksi infusa kayu manis karena nilai total fenol dan flavonoid dengan aktivitas antioksidan berbanding lurus. Semakin banyak nilai aktivitas antioksidan maka semakin tinggi kandungan total fenol dan flavonoidnya sehingga semakin tinggi juga kemampuan aktivitas antioksidan dalam mendonorkan elektronnya untuk menekan perkembangan radikal bebas. Oleh karena itu, tidak heran mengapa kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) digunakan sebagai bahan tambahan yang berkhasiat untuk antioksidan karena senyawa fenol maupun flavonoid pada kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) merupakan senyawa utama dalam peranan antioksidan (Nur et al., 2019).

Faktor berikutnya yang mempengaruhi kadar total fenol dan flavonoid kayu manis pada metode infusa dan FHI adalah suhu dan waktu ekstraksi. Di mana, pada metode infusa suhu yang digunakan tidak terkontrol dan tidak diketahui berapa suhunya, sedangkan pada metode FHI suhu yang digunakan terkontrol dan diketahui yaitu sebesar $\pm 100^\circ\text{C}$. Oleh karena itu, dapat disimpulkan dugaan sementara bahwa pada metode infusa dengan pemanasan yang tidak terkontrol suhunya dapat menyebabkan rusaknya kandungan metabolit sekunder pada kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) sehingga nilai kadar total fenol dan flavonoidnya menjadi lebih kecil dibandingkan menggunakan metode FHI yang telah diketahui dan dikontrol suhu pemanasannya.

Selain itu, waktu ekstraksi pada metode FHI lebih lama dibandingkan metode infusa. Pada metode infusa waktu ekstraksi yang digunakan adalah 15 menit, sedangkan metode FHI adalah 1 jam. Oleh karena itu, lama ekstraksi mempengaruhi hasil ekstrak yang diperoleh dan berdampak pada nilai kadar total fenol dan flavonoid kayu manis (*Cinnamomum burmannii*). Di mana, semakin lama waktu ekstraksi maka sampel yang terekstrak juga akan semakin banyak dan meningkat dikarenakan interaksi antara sampel dengan pelarut akan berlangsung lebih lama sehingga ekstrak yang diperoleh semakin bertambah sampai titik jenuh larutan dalam mengekstrak sampel tersebut (Diantika et al., 2014).

Pada penelitian yang dilakukan oleh Ervina, dkk (2019) terbukti bahwa lama waktu ekstraksi berpengaruh terhadap kadar total fenol dan flavonoid kayu manis (*Cinnamomum burmannii*). Di mana, pada penelitiannya diketahui bahwa ekstrak air kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) dengan lama waktu ekstraksi 20 menit dan 15 menit pada suhu dan konsentrasi yang sama memiliki kadar total fenol berturut-turut sebesar $193,16 \pm 21,12 \mu\text{g EAG/mg sampel}$ dan $105,71 \pm 18,37 \mu\text{g EAG/mg sampel}$. Dari penelitiannya diketahui kadar total fenol kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) tertinggi terdapat pada lama waktu ekstraksi 20 menit. Oleh karena itu, hasil pada penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Ervina, dkk (2019), yaitu nilai kadar total fenol dan flavonoid kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) tertinggi terdapat pada metode FHI

dibandingkan metode infusa karena waktu ekstraksi yang digunakan lebih lama (selama 1 jam).

Perbedaan hasil kadar total fenol dan flavonoid kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) disebabkan juga oleh pengaruh pengadukan. Di mana, pada metode infusa tidak dilakukan pengadukan, sedangkan metode FHI dilakukan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer*. Pengadukan pada saat proses ekstraksi memberikan efek mempercepat reaksi kimia antara sampel dengan pelarut karena dengan adanya pengadukan akan memperbanyak tumbukan antar partikel atau dengan kata lain adanya pengadukan membuat partikel bergerak lebih cepat sehingga frekuensi tumbukan juga semakin meningkat yang kemudian akan meningkatkan laju reaksi. Namun, jika pengadukan telah mencapai kondisi optimumnya, maka tumbukan tidak akan berlangsung sempurna dan menyebabkan kecepatan reaksi menjadi berkurang karena difusi antar partikel sudah mencapai kondisi maksimum (Artati, Wulandari, & Sukma, 2013). Oleh karena itu, pada penelitian ini nilai kadar total fenol dan flavonoid kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) tertinggi terdapat pada metode FHI dibandingkan metode infusa dengan nilai kadar total fenol kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) metode FHI dan infusa berturut-turut adalah 47,6053 mg/g dan 35,4342 mg/g; dan kadar total flavonoid kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) metode FHI dan infusa berturut-turut adalah 38,1481 mg/g dan 13,1852 mg/g.

Pada penelitian ini, terdapat perbedaan total fenol dan flavonoid kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) dengan menggunakan metode sonikasi dingin dan sonikasi panas. Ekstraksi sonikasi merupakan metode ekstraksi dengan menggunakan perambatan energi gelombang ultrasonik dan menggunakan cairan sebagai media perambatan yang mampu meningkatkan intensitas perpindahan energi, sehingga ekstraksi menjadi lebih maksimal. Sonikasi memanfaatkan energi suara gelombang ultrasonik pada rentang frekuensi 20 KHz-10 MHz (Candani et al., 2018). Prinsip kerja metode sonikasi adalah proses pembentukan gelembung kavitasi dimulai dengan gelombang ultrasonik yang ditransmisikan melewati medium dengan menginduksikan gelombang suara ke dalam medium sehingga molekul akan bergetar. Adanya getaran ini, menyebabkan struktur dari molekul akan meregang dan terkompresi. Selain itu, jarak antar molekul juga berubah akibat adanya getaran molekul pada posisi awal. Jika intensitas gelombang ultrasonik di dalam air terus ditingkatkan, maka akan dicapai kondisi maksimum, yaitu kondisi dimana gaya intramolekul tidak dapat menahan struktur molekul seperti keadaan awalnya. Sehingga, terbentuklah lubang yang disebut dengan gelembung kavitasi yang menyebabkan pecahnya molekul (Nurfitriyana, 2012).

Metode sonikasi memiliki kelebihan, yaitu dapat meningkatkan hasil ekstraksi, waktu ekstraksi yang singkat, suhu rendah, dan volume pelarut sedikit. Sedangkan, kekurangannya adalah membutuhkan energi dan biaya yang besar. Faktor-faktor yang mempengaruhi ekstraksi sonikasi, yaitu ukuran partikel, jenis pelarut, rasio pelarut dengan bahan, suhu, dan lama waktu ekstraksi (Fatmawati et al., 2016). Suhu ekstraksi yang terlalu tinggi dan terlalu lama dapat menyebabkan hilangnya senyawa-senyawa pada larutan karena terjadi proses oksidasi dan juga komponen bioaktif seperti flavonoid tidak tahan pada suhu tinggi sehingga dapat mengalami perubahan struktur serta menghasilkan ekstraksi yang rendah. Sedangkan, penggunaan suhu yang terlalu

rendah dan waktu yang terlalu singkat menyebabkan komponen bioaktif yang terekstrak dari bahan tidak maksimal sehingga komponen bioaktifnya yang didapatkan rendah (Sekarsari et al., 2019).

Pada penelitian ini, metode sonikasi menghasilkan kadar total fenol dan flavonoid yang tergolong tinggi dibandingkan metode FHI dan infusa karena metode ekstraksi yang digunakan adalah metode sonikasi. Ekstraksi sonikasi dapat mempercepat waktu ekstraksi dan menghasilkan rendemen atau ekstrak yang lebih banyak karena dibantu oleh getaran gelombang ultrasonik yang dapat menghasilkan energi besar untuk menumbuk dinding sel kayu manis yang diekstrak. Tumbukan inilah yang menyebabkan terbentuknya pori-pori pada partikel kayu manis sehingga memudahkan interaksi antara kayu manis dengan pelarutnya akibat dari proses difusi (Anggraini, 2018). Selain itu, pada metode sonikasi panas dan sonikasi dingin menggunakan pelarut etanol sehingga hasil yang diberikan lebih maksimal dan tinggi dibandingkan metode FHI dan infusa. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Anal, dkk (2014) menyatakan bahwa kondisi optimum untuk mendapatkan kadar total fenol tertinggi yaitu menggunakan metode *microwave vacum* dan ultrasonifikasi dengan pelarut etanol.

Pada penelitian ini, metode sonikasi panas menghasilkan kadar total fenol dan flavonoid kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) yang sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan metode sonikasi dingin. Di mana, total fenol dan flavonoid kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) sonikasi panas berturut-turut adalah 47,8026 mg/g dan 30,7037 mg/g, sedangkan sonikasi dingin berturut-turut adalah 42,4868 mg/g dan 29,0000 mg/g. Hal ini terjadi karena selain pengaruh gelombang ultrasonik untuk menghasilkan rendemen yang besar juga dipengaruhi oleh suhu ekstraksi. Di mana, pada sonikasi panas dilakukan pemanasan, sedangkan sonikasi dingin tidak dilakukan pemanasan. Namun demikian, pada sonikasi dingin tetap terdapat efek panas dari interaksi antara gelombang ultrasonik dengan sampel (kayu manis) dengan intensitas yang rendah atau tidak terlalu tinggi, seperti pada metode sonikasi panas sehingga wajar jika ekstrak atau kadar total fenol dan flavonoid kayu manis pada sonikasi panas lebih banyak dibandingkan pada sonikasi dingin (tanpa pemanasan). Pemanasan pada metode sonikasi panas memberikan efek mempercepat reaksi ekstraksi antara kayu manis dengan pelarutnya, sehingga didapatkan total fenol dan flavonoid yang tinggi meskipun hasil yang diberikan baik metode sonikasi dingin dan sonikasi panas tidak terlalu jauh berbeda. Hasil penelitian ini juga diperkuat oleh penelitian yang dilakukan Guo, dkk (2021) menyatakan bahwa kondisi optimum untuk mengekstraksi kayu manis adalah pada suhu 140°C selama 25 menit.

Berdasarkan hasil dari penelitian ini, membuktikan bahwa kadar total fenol dan flavonoid kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) yang dihasilkan berbeda-beda tergantung metode ekstraksi yang digunakan. Selain itu, pelarut, suhu, waktu ekstraksi, dan pengadukan mempengaruhi ekstrak yang dihasilkan dan secara tidak langsung mempengaruhi pula kadar total fenol dan flavonoid kayu manis (*Cinnamomum burmannii*). Pada penelitian ini, metode ekstraksi kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) yang lebih efektif untuk menghasilkan kadar total fenol tinggi adalah metode sonikasi panas dan untuk menghasilkan kadar total flavonoid tinggi adalah metode FHI dengan pelarut etanol 70% karena menghasilkan kadar total fenol dan flavonoid yang cukup tinggi dibandingkan metode lainnya.

Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa Berdasarkan pengujian menggunakan spektrofotometer UV-Vis dapat diketahui urutan kadar total fenol kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) adalah ekstraksi menggunakan metode sonikasi panas > FHI > sonikasi dingin > infusa. Sedangkan, kadar total flavonoid kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) yang diekstraksi dengan metode FHI > sonikasi panas > sonikasi dingin > infusa. Oleh karena itu, pada penelitian ini metode ekstraksi kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) yang lebih efektif untuk menghasilkan kadar total fenol tinggi adalah metode sonikasi panas dan untuk menghasilkan kadar total flavonoid tinggi adalah metode FHI dengan pelarut etanol 70% karena menghasilkan kadar total fenol dan flavonoid yang cukup tinggi dibandingkan metode lainnya.

Adapun yang menjadi saran untuk penelitian berikutnya adalah dapat dilakukan pengujian kualitatif menggunakan KLT dengan adanya perbedaan waktu retensi dan jarak antar noda dapat diketahui senyawa yang identik dengan catatan waktu retensi berdasarkan rujukan. Selain itu, dapat menentukan aktivitas antioksidannya agar penelitian tersebut dapat memperkuat penelitian yang telah dilakukan ini. Sehingga dapat memberikan informasi kemasyarakat luas betapa bermanfaatnya rempah-rempat yang terdapat di Indonesia terutamanya kayu manis (*Cinnamomum burmannii*).

Daftar Pustaka

- Anggraini, D. F. (2018). Pengaruh perbedaan metode ekstraksi maserasi dan sonikasi terhadap kadar total antosianin ekstrak etanol 96% ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) [Skripsi]. Universitas Brawijaya.
- Antasionasti, I., & I, J. (2021). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Kayu Manis (*Cinnamomum burmani*) Secara In Vitro / Antioxidant Activities Of Cinnamon (*Cinnamomum burmani*) In Vitro. *Jurnal Farmasi Udayana*, 10(1), 38–47. <https://doi.org/10.24843/jfu.2021.v10.i01.p05>
- Arsa, A. K., & Achmad, Z. (2020). EKSTRAKSI MINYAK ATSIRI DARI RIMPANG TEMU IRENG (*Curcuma aeruginosa* Roxb) DENGAN PELARUT ETANOL DAN N-HEKSANA. *JURNAL TEKNOLOGI TECHNOSCIENTIA*, 13(1), 83–94.
- Aswandi. (2022). PENGARUH METODE EKSTRAKSI TERHADAP AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK ETANOL KULIT BATANG KAYU MANIS (*Cinnamomum burmannii*) YANG DITETAPKAN DENGAN PEREAKSI DPPH. *Jurnal Kesehatan Luwu Raya*, 9(1), 128–136. <http://jurnalstikesluwuraya.ac.id/index.php/eq/article/view/166>
- Cahyanta, A. N. (2016). Penetapan kadar flavonoid total ekstrak daun pare metode kompleks kolorimetridengan pengukuran absorbansi secara spektrofotometri. *Jurnal Ilmiah Farmasi: Jurnal Parapemikir*, 5, 58–61.
- Candani, D., Ulfah, M., Noviana, W., & Zainul, R. (2018). A Review: Pemanfaatan Teknologi Sonikasi.
- Diantika, F., Sutan, S. M., & Yulianingsih, R. (2014). Effect of Long Extraction and Concentration and Concentration of Ethanol Solvent Extraction Antioxidant Cocoa Beans (*Theobroma cacao* L.). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 15(3), 159–164.
- Fatmawati, S., Nugraheni, F., & Bariroh, T. (2016). Optimasi waktu dan konsentrasi etanol pada ekstraksi berbantu ultrasonik serta penetapan kadar kafein daun kopi arabika (*Coffea arabica* L.). *Repository UHAMKA*.
- Ismail, J., Runtuwene, M. R. J., & Fatimah, F. (2012). Penentuan total fenolik dan uji aktivitas antioksidan pada biji dan kulit buah pinang yaki (*Areca vestiaria* Giseke). *Jurnal Ilmiah Sains*, 12(2), 84–88.
- Kamilah Hayati, E., Ningsih, R., & Latifah. (2015). Antioxidant Activity of Flavonoid from Rhizome *Kaemferia galanga* L. Extract. *ALCHEMY: Journal of Chemistry*, 4(2), 127–137.
- Lumempouw, L. I., Paendong, J., Momuat, L. I., & Suryanto, E. (2012). Potensi antioksidan dari ekstrak etanol tongkol jagung (*Zea mays* L.). *Chem. Prog*, 5(1), 49–56.
- Nurfitriyana, A. (2012). Signifikansi kavitasi ultrasonik dan hidrodinamik terhadap karakteristik produk oksidasi penyisihan limbah fenol dengan proses oksidasi lanjut berbasis ozon [Skripsi]. Universitas Indonesia.
- Nur, S., Sami, F. J., Awaluddin, A., & Afsari, M. I. A. (2019). Korelasi Antara Kadar Total Flavonoid dan Fenolik dari Ekstrak dan Fraksi Daun Jati Putih (*Gmelina Arborea* Roxb.) Terhadap Aktivitas Antioksidan. *Jurnal Farmasi Galenika (Galenika Journal of Pharmacy) (e-Journal)*, 5(1), 33–42. <https://doi.org/10.22487/j24428744.2019.v5.i1.12034>
- Perwiratami, C., Suzery, M., & Cahyono, D. B. (2014). Korelasi fenolat total dan flavonoid total dengan antioksidan dari beberapa sediaan ekstrak buah tanjung (*Mimusops elengi*). *Chem. Prog*, 7(1), 34–39.

- Sekarsari, S., Widarta, I. W. R., & Jambe, A. A. G. N. A. (2019). Pengaruh suhu dan waktu ekstraksi dengan gelombang ultrasonik terhadap aktivitas antioksidan ekstrak daun jambu biji (*Psidium guajava* L.). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 8(3), 267–277.
- Septiani, N. K. A., Parwata, I. M. O. A., & Putra, A. A. B. (2018). Penentuan kadar total fenol, kadar total flavonoid dan skrining fitokimia ekstrak etanol daun gaharu (*Gyrinops versteegii*). *Wahana Matematika Dan Sains: Jurnal Matematika, Sains, Dan Pembelajarannya*, 12(1), 78–89.
- Simmamora, A. C. Y., Yusasrini, N. L. A., & Putra, I. N. K. (2021). Pengaruh jenis pelarut terhadap aktivitas antioksidan ekstrak daun tenggulun (*Protium javanicum* Burm. F) menggunakan metode maserasi. *Itepa: Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 10(4), 681–689.
- Suwartini, L., Yanti, N., & Efrinalia, W. (2021). Optimasi Kondisi Pengujian Senyawa Flavonoid Total di dalam Ekstrak Tanaman Sebagai Pengayaan Bahan Ajar Praktikum Makromolekul dan Hasil Alam di Laboratorium Kimia Organik. *Jurnal Penelitian Sains*, 23(1), 28–35. <http://ejurnal.mipa.unsri.ac.id/index.php/jps/index>
- Tan, M. V., Rorong, J. A., & Sangi, M. S. (2018). Fotoreduksi besi fe 3+ menggunakan ekstrak daun kayu manis (*Cinnamomum burmanii*). *Jurnal Ilmiah Sains*, 18(1), 1–9.
- Zuraida, Z., Sulistiyani, S., Sajuthi, D., & Suparto, I. H. (2017). Fenol, flavonoid, dan aktivitas antioksidan pada ekstrak kulit batang pulai (*Alstonia scholaris* R.Br). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 35(3), 211–219. <https://doi.org/10.20886/jphh.2017.35.3.211-219>