

Ekstraksi Ultrasonik Oleoresin Kayu Manis dan Aplikasinya sebagai Bahan Tambahan dalam Pembuatan *Dark Chocolate*

Ultrasonic Extraction of Cinnamon Oleoresin and Its Application as an Additive in Dark chocolate Production

Fauzi Himawan*, Victoria Kristina Ananingsih, Laksmi Hartajanie

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Katolik Soegijapranata, Semarang

*Korespondensi dengan penulis (fauzihimawan045@gmail.com)

Artikel ini dikirim pada tanggal 29 Oktober 2025 dan dinyatakan diterima tanggal 22 Desember 2025. Artikel ini juga dipublikasi secara online melalui <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/tekpangan>. eISSN 2597-9892. Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang diperbanyak untuk tujuan komersial.

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan ekstrak oleoresin kayu manis terhadap karakteristik fisik, kimia, dan sensoris *dark chocolate*. Oleoresin diekstrak menggunakan *ultrasound-assisted extraction* (UAE), kemudian komponen bioaktif diidentifikasi dengan GC-MS. Formulasi *dark chocolate* dibuat dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) empat perlakuan penambahan ekstrak, yaitu P0 (0 g), P1 (0,05 g), P2 (0,06 g), dan P3 (0,07 g). Parameter yang dianalisis meliputi warna (L^* , a^* , b^*), aktivitas antioksidan (DPPH), total fenol (*folin-ciocalteu*), serta uji sensoris (hedonik). Hasil ekstraksi UAE menghasilkan rendemen sebesar $30,33 \pm 1,20\%$. Berdasarkan kemiripan spektrum GC-MS, senyawa yang teridentifikasi antara sinamil alkohol, floroglusinol, propyl resorcinol, asam sinamat, kumarin, dan trans-sinamaldehida. Nilai warna berada pada kisaran L^* 39,65 – 44,60; a^* 2,54 – 5,04; dan b^* 5,10 – 7,30. Aktivitas antioksidan berada pada rentang 10,61 – 34,99% dan total fenol 0,48 – 1,69 mg GAE/g. Uji sensoris menunjukkan perlakuan P1 (0,05 g) memiliki tingkat kesukaan tertinggi pada atribut warna, aroma, rasa, dan tekstur. Kesimpulannya, penambahan ekstrak oleoresin kayu manis berpengaruh nyata ($p < 0,05$) pada karakteristik fisik, kimia, dan sensoris dari *dark chocolate* dengan P1 (0,05 g) menjadi perlakuan terbaik.

Kata kunci: aktivitas antioksidan, *dark chocolate*, oleoresin, total fenol, *ultrasound-assisted extraction*

Abstract

This study aimed to evaluate the effect of cinnamon oleoresin addition on the physical, chemical, and sensory characteristics of dark chocolate. Cinnamon oleoresin was extracted using ultrasound-assisted extraction (UAE), and its bioactive constituents were identified by GC-MS. Dark chocolate was formulated using a Completely Randomized Design (CRD) with four levels of oleoresin addition: P0 (0 g), P1 (0.05 g), P2 (0.06 g), and P3 (0.07 g). The evaluated parameters included color (L^ , a^* , b^*), antioxidant activity (DPPH assay), total phenolic content (folin-ciocalteu method), and sensory acceptance (hedonic test). UAE produced an extraction yield of $30.33 \pm 1.20\%$. Based on GC-MS spectral matching, the main identified compounds were cinnamyl alcohol, phloroglucinol, propyl resorcinol, cinnamic acid, coumarin, and trans-cinnamaldehyde. The color values ranged from L^* 39.65–44.60, a^* 2.54–5.04, and b^* 5.10–7.30. Antioxidant activity ranged from 10.61–34.99%, while total phenolic content ranged from 0.48–1.69 mg GAE/g. Sensory evaluation indicated that treatment P1 (0.05 g) achieved the highest preference scores for color, aroma, taste, and texture. In conclusion, cinnamon oleoresin significantly affected ($p < 0.05$) the physical, chemical, and sensory properties of dark chocolate, with P1 (0.05 g) identified as the best treatment.*

Keywords : antioxidant activity, *dark chocolate*, oleoresin, total phenolic content, *ultrasound-assisted extraction*

Pendahuluan

Dark chocolate merupakan produk cokelat dengan kadar pasta kakao minimal 60% dan dilaporkan memiliki aktivitas antioksidan sekitar tiga kali lebih tinggi dibandingkan teh hijau (Afoakwa *et al.*, 2007; Lee *et al.*, 2003). Secara umum, *dark chocolate* tersusun atas senyawa bioaktif—terutama senyawa fenolik—serta lemak kakao. Senyawa fenolik seperti polifenol dan flavanol berperan sebagai sumber utama aktivitas antioksidan melalui mekanisme penangkap radikal bebas (*free radical scavenger*), sehingga dapat menekan reaksi oksidasi yang berpotensi menurunkan mutu produk (Martínez-Pinilla *et al.*, 2015). Di sisi lain, lemak kakao yang didominasi trigliserida oleodipalmitin (POP), oleodistearin (SOS), dan oleopalmitestearin (POS) memengaruhi titik leleh, kekerasan, dan *mouthfeel*, sehingga berperan penting dalam menentukan kualitas sensori serta stabilitas produk selama penyimpanan (Afoakwa *et al.*, 2008).

Terlepas dari berbagai keunggulannya, *dark chocolate* memiliki keterbatasan terutama dari aspek sensoris. Kandungan polifenol, khususnya golongan flavanol seperti epikatekin dan katekin, berkontribusi terhadap munculnya rasa pahit dan sensasi sepat (*astringent*) yang kuat (Afoakwa *et al.*, 2008). Rasa pahit timbul akibat kemampuan polifenol berinteraksi dengan reseptor rasa pahit pada lidah, sedangkan sensasi sepat dihasilkan dari pembentukan kompleks antara polifenol dan protein saliva yang menurunkan pelumasan rongga mulut sehingga menimbulkan efek kering (Paparella *et al.*, 2025). Intensitas rasa pahit dan sepat yang tinggi sering kali menurunkan tingkat penerimaan konsumen terhadap *dark chocolate*, terutama pada individu yang kurang terbiasa dengan cita rasa intens dari kakao.

Untuk mengatasi keterbatasan sensori *dark chocolate*, beberapa pendekatan telah dikembangkan, antara lain modifikasi proses pengolahan (pengaturan suhu dan waktu roasting), peningkatan kadar lemak, serta penggunaan *flavor masking* seperti pemanis atau penambahan susu (McClure *et al.*, 2022; Brown *et al.*, 2023). Peningkatan kadar lemak dilaporkan dapat menurunkan persepsi pahit dan sensasi *drying* pada cokelat (Brown *et*

al., 2023). Namun, strategi tersebut berpotensi menurunkan kandungan senyawa fenolik akibat oksidasi atau pembentukan kompleks dengan protein susu, sehingga dapat mengurangi nilai fungsional dan aktivitas antioksidan produk. Metode lain yang dinilai efektif untuk mengatasi masalah sensori sekaligus meningkatkan kandungan polifenol *dark chocolate* adalah penambahan ekstrak oleoresin (Praseptianga *et al.*, 2019). Oleoresin merupakan fraksi hasil ekstraksi rempah yang mengandung campuran minyak atsiri dan senyawa non-volatil, sehingga berkontribusi terhadap aroma, warna, serta aktivitas antioksidan (Jayaprakasha *et al.*, 2003). Oleoresin kayu manis dilaporkan memiliki kandungan senyawa fenolik yang tinggi dan mampu meningkatkan total fenol serta kapasitas antioksidan pada berbagai produk pangan (Shan *et al.*, 2005; Sontakke *et al.*, 2019). Dalam penelitian Dwijatmoko *et al* (2016), penambahan ekstrak sebanyak 8% dapat meningkatkan total fenol dan aktivitas antioksidan (DPPH) dibandingkan kontrol. Salah satu metode ekstraksi oleoresin yang cukup populer adalah metode *ultrasound-assisted extraction*. Metode UAE memanfaatkan fenomena *acoustic cavitation* yang meningkatkan penetrasi pelarut dengan cara memecah dinding sel tumbuhan, sehingga proses ekstraksi menjadi lebih cepat, berpotensi menghasilkan rendemen lebih tinggi, dan lebih mampu mempertahankan senyawa bioaktif (Zhou *et al.*, 2017).

Berbagai penelitian telah membahas peningkatan aktivitas antioksidan dan perbaikan karakteristik sensoris *dark chocolate* melalui penambahan bahan fungsional maupun modifikasi proses. Namun, penerapan oleoresin kayu manis hasil *ultrasound-assisted extraction* (UAE) dalam formulasi *dark chocolate* serta evaluasi pengaruhnya terhadap sifat fisik, kimia, dan sensoris masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh penambahan oleoresin kayu manis hasil UAE terhadap karakteristik fisik, kimia, dan sensoris *dark chocolate* sebagai upaya pengembangan produk cokelat fungsional yang lebih baik.

Materi dan Metode

Penelitian dilaksanakan di UGM Cocoa Teaching and Learning Industry, Batang dan Laboratorium Teknologi Pangan Universitas Katholik Soegijapranata, Semarang.

Materi

Alat yang digunakan meliputi grinder (Binder, Jerman), neraca analitik (Sartorius, Jerman), timbangan digital (Tanita, Jepang), ayakan 100 mesh (Retsch, Jerman), hotplate (Thermo Scientific, Amerika Serikat), *ultrasonic cleaner* (Biobase, China), kertas saring whatman no. 41 (Whatman, Inggris), sentrifugasi (Ohaus, Amerika Serikat) *vacuum pump* (KNF, Jerman), *rotary vacuum evaporator* (Büchi, Swiss), *solar tunnel dryer* (PT Alderon Pratama Indonesia, Indonesia), spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu, Jepang), *chromameter* (Konica Minolta, Jepang), sistem GC-MS (GC Agilent 7890B dan MS Agilent 7000 Triple Quadrupole, Amerika Serikat) dengan kolom HP-5MS (30 m × 0,25 mm × 0,25 µm), injector otomatis, dan oven, kuvet (Kartell, Italia), mixer (KitchenAid, Amerika Serikat), dan cetakan cokelat (Martellato, Italia)

Bahan yang digunakan meliputi pasta kakao dan lemak kakao (*cocoa butter*) (UGM CTLI, Indonesia), gula pasir (Gulaku®, Indonesia), kayu manis (Pasar Mijen, Indonesia), serta lesitin (MKR Chemicals, Indonesia). Bahan kimia yang digunakan antara lain DPPH (Merck, Jerman), reagen *Folin-Ciocalteu* (Merck, Jerman), natrium karbonat anhidrat (Merck, Jerman), etanol 96% (Alkemi, Indonesia), metanol 99,9% (Alkemi, Indonesia), akuades steril (Alkemi, Indonesia), vial GC-MS 2 mL dengan penutup septum PTFE/silikon (Restek, Amerika Serikat) dan *internal standard* campuran n-alkana C7–C40 (Merck, Jerman)

Metode

Pembuatan Bubuk Kayu Manis

Metode pembuatan bubuk kayu manis mengikuti metode Djarot *et al* (2023). Kulit batang kayu manis dibersihkan dari kotoran, kemudian dikeringkan menggunakan *solar tunnel dryer* selama 6 jam. Setelah kering, kayu manis dipotong kecil dan digiling hingga menjadi bubuk halus menggunakan *grinder*. Bubuk kemudian diayak menggunakan ayakan 100 mesh dengan bantuan *sieve shaker*. Bubuk selanjutnya disimpan dalam kemasan tertutup (dibungkus plastik wrap) dengan *silica gel* pada suhu ruang (±25 °C) hingga digunakan.

Ekstraksi Oleoresin Kayu Manis

Sebanyak 12 g bubuk kayu manis diekstraksi menggunakan 120 mL etanol 96% (rasio 1:10 b/v) hingga homogen, kemudian dilakukan proses *ultrasound-assisted extraction* (UAE) pada suhu 45 °C selama 30 menit dengan frekuensi 45 kHz dan daya 100%. (Ananingsih *et al.*, 2024). Pengadukan lanjutan dilakukan menggunakan orbital shaker 200 rpm selama 60 menit, lalu campuran didiamkan 60 menit. Selanjutnya, campuran disentrifugasi pada 4000 rpm selama 15 menit untuk memisahkan endapan; supernatan disaring menggunakan kertas saring Whatman No. 41 dengan bantuan *vacuum pump* hingga filtrat jernih. Filtrat kemudian dipekatkan menggunakan *rotary evaporator* pada 45 °C (± 50 rpm, 15 menit) untuk menguapkan etanol, dan residu ekstrak ditimbang sebagai rendemen ekstrak. Rendemen dihitung berdasarkan persamaan berikut.

$$\text{Rendemen (\%)} = \left(\frac{\text{Berat setelah ekstraksi}}{\text{Berat awal sampel}} \right) \times 100\%$$

Analisis Gas-Chromatography Mass Spectrometry (GC-MS)

Pengujian GC-MS mengacu pada Yue *et al.* (2020) dengan modifikasi. Sebanyak 1 g sampel dimasukkan ke dalam labu ukur 10 mL, ditambahkan 5 mL etanol, kemudian disonikasi selama 15 menit. Setelah itu, etanol ditambahkan hingga tanda tera, dihomogenkan, lalu disaring menggunakan membran PTFE 0,22 µm. Filtrat dimasukkan ke dalam vial amber dan siap dianalisis. Analisis dilakukan menggunakan GC-MS dengan kolom HP-5MS (30 m × 0,25 mm × 0,25 µm; fase diam 5% fenil metil polisiloksan). Helium digunakan sebagai gas pembawa

(constant pressure 1,987 psi; laju alir 0,4376 mL/menit). Volume injeksi 1 μ L pada 310 °C dengan mode split 33:1. Program oven: 100 °C (5 menit), naik 10 °C/menit hingga 300 °C, ditahan 55 menit. Septum purge flow 3 mL/menit dan waktu kesetimbangan 3 menit. MS dioperasikan pada mode EI 70 eV dengan suhu sumber ion 250 °C dan suhu antarmuka 305 °C; rentang pemindaian m/z 28–600, scan time 500 ms, solvent cut 2 menit, dan akuisisi MS1 scan. Identifikasi senyawa dilakukan dengan membandingkan spektrum massa terhadap pustaka NIST/EPA/NIH Mass Spectral Database (NIST 11.L) serta mempertimbangkan waktu retensi.

Pembuatan *Dark chocolate*

Dark chocolate dibuat dengan massa total formulasi 100 g. Proses pembuatan diawali dengan mencampurkan pasta kakao (*cocoa liquor*) dengan massa yang disesuaikan untuk tiap perlakuan, yaitu 42,00 g (P0), 41,95 g (P1), 41,94 g (P2), dan 41,93 g (P3), bersama lemak kakao sebanyak 30 g di dalam *gelas beker*. Campuran dipanaskan menggunakan *hotplate* hingga meleleh, kemudian diaduk menggunakan mixer selama 20 menit sampai homogen. Selanjutnya, gula 25 g dan lesitin 3 g ditambahkan, lalu campuran diaduk kembali selama 10 menit. Ekstrak oleoresin kayu manis kemudian ditambahkan sesuai perlakuan, yaitu P0 (0 g), P1 (0,05 g), P2 (0,06 g), dan P3 (0,07 g), lalu diaduk selama 5 menit hingga homogen. Setelah itu, campuran ditimbang dan disesuaikan hingga mencapai bobot total 100 g, dituangkan ke dalam cetakan, kemudian didinginkan pada suhu 6 °C selama 12 jam hingga memadat.

Pengujian *Dark chocolate*

1) Warna

Pengukuran warna cokelat dilakukan menggunakan *chromameter* pada sistem CIE L^* , a^* , b^* (Fitriani *et al.*, 2020). Sampel cokelat diletakkan pada alas berwarna hitam, kemudian sensor *chromameter* diarahkan dan ditempelkan pada permukaan sampel hingga pembacaan stabil. Nilai L^* , a^* , dan b^* yang diperoleh ditampilkan pada layar alat dan dicatat. Nilai L^* menunjukkan tingkat kecerahan (0 = hitam; 100 = putih), nilai a^* menunjukkan rentang hijau (–) hingga merah (+), sedangkan nilai b^* menunjukkan rentang biru (–) hingga kuning (+).

2) Aktivitas Antioksidan

Pengujian dilakukan menggunakan metode DPPH mengacu pada Gulcin dan Alwase (2023). Sebanyak 1 g sampel ditambahkan metanol hingga volume 100 mL, kemudian diekstraksi menggunakan *ultrasound-assisted extraction* selama 30 menit. Ekstrak selanjutnya didiamkan selama 2 jam dalam kondisi gelap. Sebanyak 0,1 mL ekstrak dicampurkan dengan 3,0 mL larutan DPPH, lalu diinkubasi selama 30 menit pada kondisi gelap. Absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer UV–Vis pada panjang gelombang 517 nm. Nilai persen inhibisi dihitung berdasarkan perbandingan absorbansi kontrol dan sampel dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Aktivitas antioksidan (\%)} = \left(\frac{A_{\text{blanko}} - A_{\text{sampel}}}{A_{\text{blanko}}} \right) \times 100$$

3) Total Fenol

Analisis total fenol pada *dark chocolate* dilakukan menggunakan metode Folin–Ciocalteu (Djarkasi *et al.*, 2024). Sampel terlebih dahulu diekstraksi menggunakan metanol 99%, kemudian dibuat larutan induk setara 20.000 ppm dengan melarutkan 0,2 g sampel dalam 10 mL akuades. Reaksi dilakukan dengan mencampurkan 0,5 mL larutan induk dengan 2,5 mL pereaksi Folin–Ciocalteu 10% dan diinkubasi selama 5 menit, selanjutnya ditambahkan 2 mL larutan Na_2CO_3 7,5% untuk menciptakan suasana basa dan diinkubasi kembali selama 90 menit dalam kondisi gelap hingga terbentuk warna biru yang stabil. Absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer UV–Vis pada panjang gelombang 765 nm dan konsentrasi fenol (ppm; mg/L) ditentukan melalui interpolasi kurva standar asam galat, kemudian dikonversi hingga diperoleh nilai total fenol dalam satuan mg GAE/g menggunakan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Total Fenol (mg GAE/g)} = \frac{\text{volume sampel (mL)} \times \text{konsentrasi sampel (mg/mL)} \times \text{Faktor Pengencer}}{\text{massa sampel (g)}}$$

4) Pengujian Sensoris

Pengujian organoleptik dilakukan menggunakan 15 panelis terlatih. Penilaian dilakukan dengan skala hedonik 1–5, yaitu 1 = sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = agak suka, 4 = suka, dan 5 = sangat suka (Angor *et al.*, 2023). Sampel *dark chocolate* dari setiap perlakuan (P0, P1, P2, P3) disiapkan dalam ukuran dan bobot yang sama (5 g/sampel) dan disajikan pada kondisi suhu yang seragam (25 °C). Setiap sampel diberi kode acak tiga digit dan urutan penyajian dibuat acak. Di antara penilaian sampel, panelis diminta membersihkan rongga mulut menggunakan air mineral.

Pengolahan dan Analisis Data

Pengujian dilakukan dengan tiga kali ulangan. Data dianalisis menggunakan perangkat lunak *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS) versi 27 dengan metode *one-way analysis of variance* (ANOVA). Apabila terdapat perbedaan nyata antar perlakuan ($p < 0,05$), analisis dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan. Data uji sensoris yang bersifat nonparametrik dianalisis menggunakan uji Kruskal–Wallis, dan apabila terdapat perbedaan antar perlakuan ($p < 0,05$), dilanjutkan dengan uji Mann–Whitney.

Hasil dan Pembahasan

Rendemen

Hasil rendemen ekstraksi oleoresin kayu manis dengan metode UAE dan metode lainnya ditunjukkan pada Tabel 1. Rendemen merupakan parameter penting untuk menggambarkan efisiensi proses ekstraksi dalam

memperoleh komponen bioaktif. Pada penelitian ini, *ultrasound-assisted extraction* (UAE) menghasilkan rendemen tertinggi, yaitu 30,33%, lebih besar dibandingkan maserasi (20,30%), *soxhlet* (16,86%), dan distilasi uap (0,49%). Rendemen UAE yang tinggi berkaitan dengan fenomena kavitasi ultrasonik yang mampu merusak struktur dinding sel dan meningkatkan penetrasi pelarut, sehingga perpindahan massa dan pelepasan senyawa terlarut berlangsung lebih cepat (Zhou *et al.*, 2017).

Tabel 1. Yield dari Proses Ekstraksi

Metode	Rendemen (%)	Sumber
UAE	30,33 ± 1,20	Penelitian ini
Maserasi	20,30	Widiyanto <i>et al</i> (2013)
<i>Soxhlet</i>	16,86	Jos <i>et al</i> (2011)
Distilasi Uap	0,49	Mulyanti <i>et al</i> (2023)

Keterangan: Data diulang sebanyak 3 kali (n=3)

Sebaliknya, maserasi mengandalkan perendaman bahan dalam pelarut sehingga proses pelemahan dinding sel dan pelarutan komponen bioaktif berlangsung lebih lambat. Untuk memperoleh rendemen tinggi, metode ini membutuhkan waktu kontak yang relatif lama agar senyawa target dapat terlarut secara optimal (Wahyuni dan Widjanarko, 2015). Selain itu, maserasi cenderung mencapai kondisi kesetimbangan, sehingga setelah titik tertentu penambahan waktu ekstraksi tidak lagi meningkatkan jumlah senyawa yang terekstrak secara signifikan (Yulianingtyas dan Kusmartono, 2016). Metode *soxhlet* bekerja melalui pencucian sampel padat dengan pelarut secara berulang pada kondisi panas (Wijaya *et al.*, 2022). Walaupun efektif untuk mengekstraksi senyawa tertentu, pemanasan dan sirkulasi pelarut yang kontinu berpotensi menyebabkan degradasi komponen bioaktif yang sensitif terhadap suhu. Sementara itu, distilasi uap dilakukan dengan memanaskan air hingga menghasilkan uap yang melewati bahan dan membawa komponen volatil (minyak atsiri), kemudian dikondensasikan menjadi distilat (Simanjuntak *et al.*, 2021). Rendemen distilasi uap umumnya rendah karena metode ini hanya efektif mengekstrak senyawa yang dapat menguap bersama uap air, sedangkan senyawa non-volatil seperti resin, pigmen, dan sebagian besar senyawa fenolik tidak ikut terekstrak.

Gas Chromatography Mass Spectrometry (GC-MS)

Hasil analisis komponen bioaktif oleoresin kayu manis menggunakan *gas chromatography-mass spectrometry* (GC-MS) dapat dilihat pada Tabel 2. Nilai *probability* (%) merepresentasikan tingkat kecocokan spektrum massa senyawa terhadap pustaka (*library match*), sehingga *probability* yang tinggi tidak secara langsung menggambarkan kadar atau proporsi senyawa dalam sampel. Senyawa-senyawa dengan probabilitas tertinggi meliputi sinamil alkohol (72,10%), floroglusinol (67,55%), propyl resorcinol (63,40%), asam sinamat (55,95%), kumarin (51,10%), dan trans-sinamaldehida (49,70%). Hal itu sesuai dengan penelitian Al-Dhubiab (2012) yang menyebutkan komponen kimia terbesar dari kayu manis meliputi alkohol sinamat, kumarin, asam sinamat, sinamaldehyd, antosianin, dan minyak atsiri dengan kandungan gula, protein, lemak sederhana, dan pektin.

Tabel 2. Hasil Pengujian GC-MS

No	Waktu Retensi (menit)	Nama Senyawa	Rumus Molekul	Rata-rata Probability (%)
1	2,513	Sikloheksilpiperidina	C ₁₁ H ₂₁ N	20,70
2	4,079	Metoksiamina	CH ₅ NO	60,20
3	7,120	Asam fenildekanoat	C ₁₆ H ₂₄ O ₂	7,84
4	7,696	DDMP	C ₆ H ₈ O ₄	50,20
5	7,964	Ribosa dibenzoi	C ₁₉ H ₁₆ O ₈	11,31
6	10,130	Trans-sinamaldehida	C ₉ H ₈ O	49,70
7	10,852	Sinamil Alkohol	C ₉ H ₁₀ O	72,10
8	12,119	Metil heksadekenoat	C ₂₀ H ₄₀ O ₃ Si	11,87
9	12,787	Asam sinamat	C ₉ H ₈ O ₂	55,95
10	12,933	Kumarin	C ₉ H ₆ O ₂	51,10
11	14,944	Floroglusinol	C ₆ H ₆ O ₃	67,55
12	15,205	Propyl resorcinol	C ₉ H ₁₂ O ₂	63,40
13	17,747	5-metil-2-hidroksiisofthalaldehida	C ₉ H ₈ O ₃	29,35
14	27,399	Monolinolein / gliseril monolinoleat	C ₂₄ H ₄₈ O ₄ Si	22,30

Senyawa yang teridentifikasi dapat dikelompokkan menjadi dua golongan yaitu golongan fenilpropanoid dan golongan fenolik. Golongan fenilpropanoid mencakup sinamil alkohol, trans-sinamaldehida, dan asam sinamat yang merupakan komponen utama kayu manis serta saling berhubungan melalui reaksi kimia seperti reaksi oksidasi dan hidrolisis (Khasnavis dan Kalipada, 2012). Sementara golongan fenolik mencakup floroglusinol dan propyl resorcinol yang relevan dalam konteks kontribusi senyawa bioaktif oleoresin.

Keberadaan golongan fenilpropanoid yang teridentifikasi melalui GC-MS diperkirakan berkontribusi langsung terhadap perubahan karakteristik sensorik dark chocolate. Secara khusus, sinamil alkohol merupakan senyawa organik yang memiliki gugus hidroksil (-OH) dan dapat membentuk ester melalui reaksi esterifikasi dengan asil halida menggunakan bantuan piridina (Oktanni dan Budimarwanti, 2016). Trans-sinamaldehida merupakan senyawa dengan gugus aldehyd dan sistem ikatan terkonjugasi pada cincin benzen (Amalia *et al.*, 2013) yang dikenal memberikan aroma khas kayu manis berupa nuansa hangat dan pedas serta dapat berperan sebagai *flavor modifier*

yang membantu menurunkan persepsi pahit pada produk coklat (Praseptianga *et al.*, 2018). Selain itu, asam sinamat sebagai asam karboksilat aromatik dilaporkan memiliki potensi membentuk berbagai turunan fenilpropanoid (Amin *et al.*, 2025) dan berpeluang berkontribusi pada stabilitas produk karena aktivitas penghambatan mikroba tertentu, sehingga secara teoritis dapat mendukung perpanjangan umur simpan dark chocolate (Julianus dan Luckyvano, 2014). Di sisi lain, ditemukannya komponen fenolik seperti floroglusinol dan propyl resorcinol relevan terhadap peningkatan parameter kimia, karena gugus hidroksil (–OH) aromatik pada senyawa fenolik berpotensi bertindak sebagai donor hidrogen atau elektron yang mendukung kemampuan penangkap radikal, sehingga dapat berkontribusi pada peningkatan aktivitas antioksidan dan total fenol dark chocolate (Fathoni *et al.*, 2013).

Akan tetapi, penambahan oleoresin dalam dark chocolate juga mempunyai batasan. Hal itu disebabkan oleoresin kayu manis mengandung senyawa toksik dalam jumlah kecil yaitu kumarin. Dari aspek keamanan pangan, paparan kumarin yang tinggi menjadi perhatian sehingga EFSA menetapkan TDI sebesar 0,1 mg/kg bb/hari. (EFSA., 2008). Kumarin merupakan senyawa lakton dari senyawa fenolik ortokumarik yang mengandung cincin benzen C6 dengan rantai samping rantai alifatik C3. Senyawa Kumarin dapat ditemukan dalam senyawa fitokimia (benzopyran) racun yang terdapat dalam tanaman, terutama dalam konsentrasi tinggi yang memiliki rasa seperti vanilla (Aslam *et al.*, 2010). Hal itu membuat kumarin mempunyai efek dalam menghambat pembekuan dan menyebabkan pengenceran darah dengan cara menghambat aktivitas enzim trombin (Herlina *et al.*, 2024).

Analisis Intensitas Warna

Analisis intensitas warna dilakukan untuk mengevaluasi perubahan visual pada dark chocolate akibat penambahan ekstrak oleoresin kayu manis. Hasil pengukuran warna dark chocolate dengan berbagai perlakuan disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisis Intensitas Warna

Parameter	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
L*	44,60 ± 4,70 ^b	42,51 ± 2,10 ^b	35,58 ± 2,6 ^a	39,65 ± 1,25 ^{ab}
a*	2,54 ± 0,43 ^a	3,79 ± 0,91 ^{ab}	5,04 ± 0,90 ^b	4,39 ± 0,17 ^b
b*	5,10 ± 2,61 ^a	5,87 ± 0,64 ^a	6,11 ± 0,65 ^a	7,30 ± 0,56 ^a

Keterangan: Data dianalisis dengan One Way ANOVA ($\alpha = 0,05$) dan dilanjutkan uji Duncan. Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata

Nilai L* sampel berturut-turut adalah 44,60 (P0), 42,51 (P1), 35,58 (P2), dan 39,65 (P3). Secara umum, penambahan oleoresin cenderung menurunkan nilai L* (warna semakin gelap). Hal ini berkaitan dengan warna oleoresin yang relatif gelap, sehingga peningkatan konsentrasinya pada matriks dark chocolate menurunkan tingkat kecerahan produk (Fauziyah *et al.*, 2022). Nilai a* sampel berturut-turut adalah 2,54 (P0), 3,79 (P1), 5,04 (P2), dan 4,39 (P3). Peningkatan nilai a* menunjukkan pergeseran warna ke arah kemerahan. Perubahan ini diduga dipengaruhi oleh karakter warna alami oleoresin kayu manis yang cenderung kemerahan serta kontribusi senyawa seperti trans-sinamaldehida dan komponen fenolik yang dapat memengaruhi tampilan warna. Selain itu, pada kondisi tertentu, trans-sinamaldehida berpotensi bereaksi dengan gugus amina (asam amino) membentuk senyawa berwarna melalui mekanisme reaksi kondensasi sehingga memengaruhi matriks warna produk (Praseptianga *et al.*, 2019). Nilai b* sampel berturut-turut adalah 5,10 (P0), 5,87 (P1), 6,11 (P2), dan 7,30 (P3). Peningkatan nilai b* tersebut menunjukkan kecenderungan pergeseran warna ke arah kuning seiring meningkatnya kadar oleoresin, meskipun secara statistik tidak berbeda nyata. Peningkatan b* diduga berkaitan dengan keberadaan pigmen kuning–cokelat dan komponen pewarna lain pada ekstrak atau oleoresin kayu manis yang berkontribusi terhadap penguatan nuansa kekuningan pada dark chocolate (Anwar *et al.*, 2022).

Analisis Total Fenol dan Aktivitas Antioksidan

Total Fenol merupakan senyawa metabolit sekunder yang memiliki cincin aromatik dengan sedikitnya satu gugus hidroksil (–OH) (Tungmunthum *et al.*, 2018). Hasil analisis total fenol dapat dilihat pada Tabel 4. Nilai total fenol dark chocolate secara berturut-turut adalah 0,48 mg GAE/g (P0), 1,69 mg GAE/g (P1), 0,55 mg GAE/g (P2), dan 0,53 mg GAE/g (P3). Nilai tersebut lebih rendah dibandingkan penelitian Ishak *et al.* (2024) yang melaporkan total fenol hingga 22,09 mg GAE/g. Pada penelitian ini, peningkatan konsentrasi oleoresin mampu menaikkan total fenol hingga batas tertentu (P1) yang mengindikasikan adanya konsentrasi optimum. Peningkatan total fenol diduga terjadi karena kontribusi gabungan senyawa bioaktif kakao (epicatechin, catechin, dan procyanidin) dengan senyawa bioaktif kayu manis (propyl resorcinol dan floroglisinol) (Muhammad dan Dewettinck, 2017). Kombinasi komponen bioaktif tersebut berkontribusi terhadap penguatan aktivitas antioksidan dark chocolate (Praseptianga *et al.*, 2019).

Tabel 4. Hasil Analisis Aktivitas Antioksidan dan Total Fenol

Perlakuan	Total Fenol (mg GAE/g)	Aktivitas Antioksidan (%)
P0	0,48 ± 0,01 ^a	12,56 ± 0,64 ^b
P1	1,69 ± 0,11 ^b	34,99 ± 0,79 ^c
P2	0,55 ± 0,02 ^a	13,06 ± 0,48 ^b
P3	0,53 ± 0,07 ^a	10,61 ± 0,36 ^a

Keterangan: Data dianalisis dengan One Way ANOVA ($\alpha = 0,05$) dan dilanjutkan uji Duncan. Huruf yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata

Aktivitas antioksidan adalah kemampuan dari suatu senyawa untuk menetralkan radikal bebas. Hasil analisis aktivitas antioksidan dapat dilihat pada Tabel 4. Nilai aktivitas antioksidan dark chocolate berturut-turut adalah

12,56% (P0), 34,99% (P1), 13,06% (P2), dan 10,61% (P3). Hasil aktivitas antioksidan tersebut sesuai dengan penelitian Nurhayati *et al* (2012) yang mendapatkan aktivitas antioksidan dari *dark chocolate* komersial sebesar 17,16%. Akan tetapi, dibandingkan dengan *dark chocolate* yang ditambahkan ekstrak serai, aktivitas antioksidannya jauh lebih besar yaitu sebesar 83,59% (Pratiwy *et al.*, 2019). Perlakuan P1 menunjukkan aktivitas antioksidan tertinggi yang mengindikasikan konsentrasi oleoresin yang paling efektif dalam menangkap radikal pada matriks cokelat. Peningkatan aktivitas antioksidan pada *dark chocolate* dapat dijelaskan dari hasil GC–MS oleoresin kayu manis yang mengidentifikasi keberadaan senyawa fenolik dan fenilpropanoid. Senyawa fenolik seperti floroglisinol dan propyl resorcinol memiliki gugus hidroksil (–OH) aromatik yang mampu mendonorkan atom hidrogen atau elektron untuk menetralkan radikal bebas serta menstabilkan radikal melalui resonansi (Gulcin dan Alwasel, 2023). Sementara itu, senyawa fenilpropanoid seperti trans-sinamaldehyda, sinamil alkohol, dan asam sinamat memiliki sistem ikatan terkonjugasi yang membantu menstabilkan radikal dan mendukung aktivitas *radical scavenging* (Davaatseren *et al.*, 2017). Kombinasi komponen tersebut dapat bersinergi dengan antioksidan alami kakao sehingga meningkatkan aktivitas antioksidan pada perlakuan tertentu (terutama P1), sementara pada konsentrasi yang lebih tinggi efeknya bisa tidak meningkat secara linier karena pengaruh interaksi dengan matriks lemak-kakao, pengenceran komponen aktif, atau perubahan pelepasan senyawa aktif di dalam cokelat (Sęczyk *et al.*, 2021).

Analisis Sensoris

Analisis sensoris merupakan proses ilmiah menggunakan panca indra manusia untuk mengidentifikasi atribut mutu suatu produk seperti warna, aroma, rasa, dan teksturguna menilai penerimaan panelis terhadap produk baru. Hasil uji sensoris dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5. Hasil Uji Sensoris

Parameter	Perlakuan			
	P0	P1	P2	P3
Warna	2,00±0,535 ^c	4,40±0,828 ^{ab}	4,07±0,594 ^a	3,07±1,335 ^b
Aroma	1,80±0,676 ^c	4,67±0,488 ^a	4,27±0,594 ^a	2,60±0,507 ^b
Rasa	2,07±0,799 ^c	4,60±0,507 ^a	3,93±1,033 ^a	2,67±0,900 ^b
Tekstur	1,53±0,640 ^c	4,40±0,828 ^a	4,33±0,617 ^a	2,67±0,724 ^b

Keterangan: Data pengujian sensoris dianalisis menggunakan uji Kruskal Wallis pada taraf signifikansi 95%. Apabila terdapat pengaruh yang signifikan, analisis dilanjutkan dengan uji Mann Whitney; 1= sangat tidak suka, 2 = tidak suka, 3 = agak suka, 4 = suka, 5 = sangat suka a,b = notasi huruf serupa berarti tidak ada perbedaan nyata pada taraf uji Mann- Whitney pada signifikansi 95%

Warna adalah kesan visual yang diterima mata dari cahaya yang dipantulkan atau dipancarkan oleh suatu benda. Hasil uji kruskal wallis menunjukkan adanya signifikansi pengaruh penambahan oleoresin kayu manis pada warna *dark chocolate* ($p<0,05$). Dimana terjadi kecenderungan peningkatan kesukaan warna berturut-turut adalah 2,00 (P0), 4,40 (P1), 4,07 (P2), dan 3,07 (P3). Pada P0, warna *dark chocolate* didominasi oleh reaksi maillard akibat proses pelelehan cokelat sebelum tempering (Praseptiangga, 2018). Akan tetapi, pada penelitian ini warna dari *dark chocolate* P0 belum terlihat berwarna cokelat tua. Hal itu kemungkinan yang menjadi penyebab panelis menilai warna dari produk ini rendah. Hal itu didukung oleh penelitian Winarno (2004) yang menyatakan bahwa suatu bahan bisa tidak disukai konsumen jika memiliki warna yang tidak menarik atau menyimpang dari warna seharusnya.

Aroma adalah sifat bahan pangan yang memberikan kesan pada sistem pernafasan dan dirasakan oleh indera penciuman. Hasil uji kruskal wallis menunjukkan adanya signifikansi pengaruh penambahan oleoresin pada aroma *dark chocolate* ($p<0,05$). *Dark chocolate* dengan penambahan 0,05 g (P1) adalah formula yang disukai panelis. Sedangkan yang paling tidak disukai adalah kontrol (P0). Hal itu membuktikan bahwa komponen oleoresin kayu manis seperti sinamil alkohol, trans-sinamaldehyda, dan asam sinamat menyebabkan peningkatan aroma dari *dark chocolate* (Rusli, 2010). Akan tetapi, penambahan oleoresin yang terlalu tinggi (P3) tidak disukai panelis karena aroma kayu manis terlalu menyengat sehingga menutupi aroma cokelat yang khas (Praseptiangga, 2018).

Rasa adalah penilaian sensoris yang menggunakan lidah sebagai indera pengecap. Dalam permukaan lidah, terdapat papila yang berfungsi untuk mendeteksi stimulus dari produk yang akan dilarutkan dalam air liur. Hasil uji kruskal wallis menunjukkan adanya signifikansi pengaruh penambahan oleoresin pada rasa *dark chocolate* ($p<0,05$). Dimana *dark chocolate* dengan penambahan 0,05 g (P1) menjadi formula yang paling disukai sedangkan kontrol (P0) menjadi perlakuan yang paling tidak disukai. Pada perlakuan kontrol (P0), panelis cenderung tidak menyukai produk bisa disebabkan oleh rasa pahit dari *dark chocolate*. Rasa pahit tersebut disebabkan oleh komponen theobromin yang berjumlah sekitar 4600 mg/kg (Praseptiangga, 2018). Penambahan ekstrak oleoresin kayu manis diduga dapat menyebabkan pengurangan jumlah theobromin *dark chocolate* sehingga berperan penting dalam pengurangan rasa pahit. Selain itu, karakter rasa pedas hangat dan sedikit manis dari oleoresin kayu manis dapat menutupi (*masking*) rasa pahit sehingga profil rasa menjadi lebih seimbang (Hariana, 2007). Kondisi ini diduga menjadi alasan meningkatnya tingkat kesukaan panelis terhadap *dark chocolate* dengan penambahan ekstrak oleoresin.

Tekstur adalah penilaian persepsi sentuhan atau raabaan terhadap produk melalui ujung jari, mulut, dan sensasi fisik lainnya. Hasil uji kruskal wallis menunjukkan adanya signifikansi pengaruh penambahan oleoresin pada tekstur *dark chocolate* ($p<0,05$). *Dark chocolate* dengan penambahan 0,05 g (P1) adalah formula yang disukai panelis. Sedangkan yang paling tidak disukai adalah kontrol (P0). Pada perlakuan kontrol (P0), panelis cenderung kurang menyukai *dark chocolate* karena teksturnya relatif keras dan mudah dipatahkan. Hal itu bisa berkaitan dengan struktur kontrol yang kurang kompak (*cohesiveness* rendah), sehingga partikel penyusun cokelat cenderung tersusun seperti tumpukan dan matriks yang tidak menyatu (Aprilianingsih *et al.*, 2017). Akibatnya, produk terasa

keras namun rapuh ketika diberi gaya. Sebaliknya, penambahan oleoresin berpotensi meningkatkan fraksi komponen cair dan lemak yang bertindak sebagai *plasticizer* atau pelumas, sehingga memperbaiki ikatan matriks dan menurunkan kekerasan cokelat (Beckett, 2019).

Kesimpulan

Bersarkan hasil penelitian, penambahan oleoresin kayu manis berpengaruh signifikan terhadap karakteristik fisik, kimia, dan sensori *dark chocolate*. Perlakuan P1 (0,05 g) menjadi perlakuan terbaik dibandingkan dengan kontrol dan perlakuan lainnya. Secara umum, fortifikasi oleoresin kayu manis berpotensi meningkatkan nilai fungsional dan memperbaiki profil sensori *dark chocolate* pada konsentrasi optimum.

Daftar Pustaka

- Afoakwa, E. O., Paterson, A and Fowler, M. 2007. Factors influencing rheological and textural qualities in chocolate—a review. *Journal of Trends in Food Science & Technology*. 18(6): 290-298.
- Afoakwa, E. O., Paterson, A., Fowler, M and Ryan, A. 2008. Flavor formation and character in cocoa and chocolate: a critical review. *Journal of Critical reviews in food science and nutrition*. 48(9): 840-857.
- Al-Dhubiab, B. E. 2012. Pharmaceutical applications and phytochemical profile of *Cinnamomum burmannii*. *Journal of Pharmacognosy reviews*, 6(12), 125.
- Amalia, D., Ngadiwiyana, N dan Fachriyah, E. 2013. Sintesis etil sinamat dari sinamaldehyd pada minyak kayu manis (*Cinnamomum cassia*) dan uji aktivitas sebagai antidiabetes. *Jurnal Sains Dan Matematika*, 21(4): 108-113.
- Amin, S., Guswara, J.M., Zulvania, W dan Rahma, A. 2025. Kajian Struktur Dan Mekanisme Senyawa Aktif Kayu Manis Sebagai Terapi Alternatif Diabetes Melitus. *Jurnal Sains dan Ilmu Terapan*. 8 (1): 280 – 292
- Ananingsih, V. K., Pratiwi, A. R., Soedarini, B dan Putra, Y. A. S. 2024. Formulation of nanoemulsion parijoto fruit extract (*Medinilla Speciosa*) with variation of tweens stabilizers. *Journal of Frontiers in Nutrition*, 11, 1398809.
- Angor, M., Al Khalaleh, N., Al-Marazeeq, K., Al-Rousan, W and Ajo, R. 2023. Investigating chemical, antioxidant, and sensory properties of chocolate fortified with cactus stems powder. *Journal Frontiers in Sustainable Food Systems*, 7, 1204403.
- Anwar, Y., Putri, D and Putra, A. 2022. Antioxidant Activity and Characterizations of Cinnamon (*Cinnamomum Burmannii*) Essential Oil from Lampung. In *Proceedings of the 3rd International Seminar and Call for Paper (ISCP) UTA* (Vol. 45, pp. 376-380).
- Aprilianingsih, F. 2017. Aktivitas Antioksidan, Tekstur Properti Dan Sensoris Permen Cokelat Dengan Fortifikasi Ekstrak Daun Jahe Merah. *Jurnal Penelitian Pangan*, 2(1).
- Aslam, K., Khosa, M. K., Jahan, N., and Nosheen, S. 2010. Short communication: synthesis and applications of Coumarin. *Pak. J. Pharm. Sci*, 23(4): 449-454.
- Beckett, S. T. 2019. The science of chocolate. Royal Society of Chemistry.
- Brown, A. L., Warren, E. R., Ingraham, B. W., Ziegler, G. R and Hopfer, H. 2023. The effect of fat content on sensory perception and consumer acceptability of 70% cacao *dark chocolate* made from reconstituted cocoa liquor. *Journal of Sensory Studies*, 38(5), e12864.
- Davaatseren, M., Jo, Y. J., Hong, G. P., Hur, H. J., Park, S and Choi, M. J. 2017. Studies on the anti-oxidative function of trans-cinnamaldehyde-included β -cyclodextrin complex. *Journal of Molecules*, 22(12), 1868.
- Djarkasi, G. S., Sumual, M. F., Lالujan, L. E., Kurnia, A and Rotulung, J. 2024. Antioxidant Activity of Virgin Coconut Oil Emulsion Drink with The Addition of Cinnamon (*Cinnamomum burmannii*). *Jurnal Ilmiah Sains*, 48-56.
- Djarot, P., Utami, N. F., Putra, A. M., Putri, Y. I. M., Muhandianty, S. M., Suciyan, T. A and Syaepulrohman, A. (2023). Bioactivities and Chemical compositions of *Cinnamomum burmannii* Bark extracts (*Lauraceae*). *Journal of Sustainability*, 15(2), 1696.
- Dwijatmoko, M. I., Praseptiangga, D and Muhammad, D. R. A. 2016. Effect of cinnamon essential oils addition in the sensory attributes of *dark chocolate*. *Journal of Nusantara Bioscience*, 8(2), 301-305.
- European Food Safety Authority (EFSA). 2008. Coumarin in flavourings and other food ingredients with flavouring properties-Scientific Opinion of the Panel on Food Additives, Flavourings, Processing Aids and Materials in Contact with Food (AFC). *EFSA Journal*, 6(10), 793.
- Fathoni, A., Ilyas, M., Pratiwi, A. H. C dan Agusta, A. 2013. Skrining Dan Isolasi Metabolit Aktif Antibakteri Kultur Jamur Endofit Dari Tumbuhan *Alburtisia* Papuana Becc. Indonesian Institute of Sciences.
- Fauziyah, N., Widyasanti, A dan Sutresna, Y. 2022. Kajian pengaruh konsentrasi etanol terhadap karakteristik oleoresin ampas jahe merah (*Zingiber officinale Roscoe*) limbah penyulingan. *Teknotan: Jurnal Industri Teknologi Pertanian*, 16(3), 169-176.
- Fitriani, U. A., Muhammad, Y and Pirman, P. 2020. Evaluation of Physicochemical Properties and Sensory Products of Cocoa Liquor and *Dark chocolate* High Polyphenols and Flavanoids. *Indian Journal Of Science And Technology*, 13(7), 840-859.
- Gulcin, İ and Alwasel, S. H. 2023. DPPH radical scavenging assay. *Processes*, 11(8), 2248.
- Hariana, H. A. 2008. Tumbuhan Obat dan Khasiatnya 3. Niaga Swadaya.
- Herlina, H., Aritonang, B., Sitorus, R. S dan Rahayu, A. 2024. Ekstrak Kulit Kayu Manis Alternatif Pengganti EDTA Sebagai Antikoagulan Alami. *Fourte Journal*, 4(02): 465-471.
- Ishak, I., Musa, N., Hasim, N. M., Hisham, N. B., Fadzilah, F. H., Khaironi, J., ... and Kamarudin, W. W. (2024, September). Effect of different cocoa mass levels on total phenolic content, antioxidant activity, and sensory acceptability of panned dark chocolate. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1397, No. 1, p. 012025). IOP Publishing.

- Jayaprakasha, G. K., Jagan Mohan Rao, L and Sakariah, K. K. 2003. Volatile constituents from *Cinnamomum zeylanicum* fruit stalks and their antioxidant activities. *Journal of agricultural and food chemistry*, 51(15): 4344-4348.
- Jos, B., Pramudono, B dan Aprianto, A. 2011. Ekstraksi oleoresin dari kayu manis berbantu ultrasonik dengan menggunakan pelarut alkohol. *Jurnal Reaktor*, 13(4): 231-236.
- Julianus, J dan Luckyvano, E. 2014. Sintesis asam sinamat dari benzaldehida dan asam malonat dengan katalis dietilamina. *Jurnal Farmasi Sains Dan Komunitas. Journal of Pharmaceutical Sciences and Community*, 11(1).
- Khasnavis, S and Pahan, K. 2012. Sodium benzoate, a metabolite of cinnamon and a food additive, upregulates neuroprotective Parkinson disease protein DJ-1 in astrocytes and neurons. *Journal of neuroimmune pharmacology*. 7(2): 424-435.
- Lee, K. W., Kim, Y. J., Lee, H. J., and Lee, C. Y. 200). Cocoa has more phenolic phytochemicals and a higher antioxidant capacity than teas and red wine. *Journal of agricultural and food chemistry*. 51(25): 7292-7295.
- Lung, J. K. S., and Destiani, D. P. (2017). Uji aktivitas antioksidan vitamin A, C, E dengan metode DPPH. *Jurnal Farmaka*, 15(1), 53-62.
- Martínez-Pinilla, E., Oñatibia-Astibia, A., and Franco, R. 2015. The relevance of theobromine for the beneficial effects of cocoa consumption. *Journal Frontiers in pharmacology*, 6, 126866.
- McClure, A. P., Hopper, H and Grün, I. U. 2022. Optimizing consumer acceptability of 100% chocolate through roasting treatments and effects on bitterness and other important sensory characteristics. *Journal of Current Research in Food Science*, 5, 167-174.
- Muhammad, D. R. A and Dewettinck, K. 2017. Cinnamon and its derivatives as potential ingredient in functional food—A review. *International journal of food properties*, 20(sup2), 2237-2263.
- Mulyanti, N., Hidayaturahmah, R., Marcellia, S., daan Susanti, D. 2023 . Analisis Minyak Atsiri pada Kulit Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*) dengan Metode *Gas Chromatography-Mass Spectrometry* (GC-MS). *Jurnal Farmasi Malahayati*. 6(2): 203-210.
- Nurhayati, L., Wardoyo, S. E., dan Rosita, R. 2012. Persentase Total Aktivitas Antioksidan Dark Chocolate dan Milk Chocolate Secara Spektrofotometri. *Sains Natural: Journal of Biology and Chemistry*. 2(1): 70-80.
- Oktanni, M dan Budimarwanti, C. 2016. The Synthesis Of Cinnamyl Benzoate Through Esterification Reaction Between Benzoyl Chloride And Cinnamyl Alcohol Reduced 96 From Cinnamaldehyde. *Jurnal Penelitian Saintek*. 21(2): 96-106.
- Paparella, A., Schirone, M and López, C. C. 2025. The Health Impact of Cocoa from Cultivation to the Formation of Biogenic Amines: An Updated Review. *Journal of Foods*. 14(2): 255.
- Praseptianga, D., Invicta, S. E and Khasanah, L. U. 2019. Sensory and physicochemical characteristics of *dark chocolate* bar with addition of cinnamon (*Cinnamomum burmannii*) bark oleoresin microcapsule. *Journal of food science and technology*. 56(9): 4323-4332.
- Praseptianga, D., Nabila, Y dan Muhammad, D. R. A. 2018. Kajian tingkat penerimaan panelis pada *dark chocolate* bar dengan penambahan bubuk kayu manis (*Cinnamomum burmannii*). *Caraka Tani: Journal of Sustainable Agriculture*, 33(1), 78-88.
- Pratiwy, A. E., Kusumaningrum, I dan Aminullah, A. 2019. Pemanfaatan Ekstrak Rempah Serai *Cymbopogon citratus* Terhadap Kandungan Antioksidan dan Sifat Sensori Produk Dark Chocolate. *Jurnal Pertanian*, 10(2), 80.
- Rusli, M. S. 2010. Sukses memproduksi minyak atsiri. *AgroMedia*.
- Śęczyk, Ł., Gawlik-Dziki, U and Świeca, M. 2021. Influence of phenolic-food matrix interactions on in vitro bioaccessibility of selected phenolic compounds and nutrients digestibility in fortified white bean paste. *Antioxidants*. 10(11), 1825.
- Shan, B., Cai, Y. Z., Sun, M., and Corke, H. 2005. Antioxidant capacity of 26 spice extracts and characterization of their phenolic constituents. *Journal of agricultural and food chemistry*. 53(20) : 7749-7759.
- Simanjuntak, T. O., Mariani, Y dan Yusro, F. 2021. Komponen kimia minyak atsiri daun jeruk purut (*Citrus hystrix*) dan bioaktivitasnya terhadap bakteri *Salmonella typhi* dan *Salmonella Typhimurium*. *Cendekia Eksakta*, 6(1)
- Sontakke, M. D., Syed, H. M., Salve, R. V and Shinde, E. M. 2019. Studies on antioxidant activity and characterization of essential oil extracted from *Cinnamomum zeylanicum* Bark. *Pharms Innov. J*, 8, 137-140.
- Tungmunthum, D., Thongboonyou, A., Pholboon, A and Yangsabai, A. 2018. Flavonoids and other phenolic compounds from medicinal plants for pharmaceutical and medical aspects: An overview. *Journal of Medicines*, 5(3), 93
- Wahyuni, D.T dan S.B. Widjanarko. 2015. Pengaruh jenis pelarut dan lama ekstraksi terhadap ekstrak karotenoid labu kuning dengan metode gelombang ultrasonik. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 3(2):390-401.
- Widiyanto, I., Anandito, B. K dan Khasanah, L. U. 2013. Ekstraksi oleoresin kayu manis (*Cinnamomum burmannii*): optimasi rendemen dan pengujian karakteristik mutu. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*. 6(1): 7-15.
- Winarno, F. G. 2004. Kimia pangan dan gizi.
- Yue, L., Sun, D., Khan, I. M., Liu, X., Jiang, Q and Xia, W. 2020. Cinnamyl alcohol modified chitosan oligosaccharide for enhancing antimicrobial activity. *Journal of Food Chemistry*, 309, 125513.
- Yulianingtyas, A dan B. Kusmartono. 2016. Optimasi volume pelarut dan waktu maserasi pengambilan flavonoid daun belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi* L.). *Jurnal Teknik Kimia*. 10(2):58-64
- Zhou, Y., Zheng, J., Gan, R. Y., Zhou, T., Xu, D. P and Li, H. B. 2017. Optimization of ultrasound-assisted extraction of antioxidants from the mung bean coat. *Journal of Molecules*, 22(4), 638.