

## **Sediaan Kayu Manis (*Cinnamomum Sp.*) sebagai Minuman Fungsional Antidiabetes: Kajian Literatur**

Inta Nur Ilmi\*, Fitriy Filianty, Vira Putri Yarlina

Universitas Padjadjaran, Jl. Raya Bandung Sumedang KM.21 Hegarmanah Jatinangor, Sumedang, 45363, Indonesia

\*Alamat email penulis koresponden: [inta18001@mail.unpad.ac.id](mailto:inta18001@mail.unpad.ac.id)

### **Abstrak**

Kayu manis merupakan jenis rempah yang kaya akan senyawa bioaktif dan telah diketahui mampu menurunkan kadar glukosa darah. Aplikasi kayu manis sebagai minuman fungsional dapat dijadikan sebagai pengobatan alternatif diabetes melitus dengan berbagai sediaan kayu manis dalam formulasinya, namun proses produksi sediaan dalam memberikan efek antidiabetes perlu dikaji. Artikel ini bertujuan untuk mengkaji proses produksi sediaan kayu manis bubuk, ekstrak, dan mikroenkapsulasi serta membandingkan pengaruhnya terhadap organoleptik, stabilitas, dan bioaktivitas antidiabetes dalam minuman fungsional dari hasil penelitian yang telah dipublikasi. Metode yang digunakan yaitu kajian literatur dari jurnal dan artikel ilmiah yang diakses dalam berbagai situs jurnal yang kredibel, terpercaya, dan valid serta memuat materi yang sesuai dengan topik yang dibahas. Hasil kajian literatur menunjukkan bahwa sinamaldehyd (71,50%-82,85%) dan senyawa fenolik (682,17 mg GAE/g) dalam kayu manis menjadi senyawa bioaktif utama yang memiliki peran sebagai inhibitor enzim  $\alpha$ -glukosidase dan amilase, meningkatkan sensitivitas insulin, dan aktivitas hipoglikemik. Minuman fungsional dengan sediaan bubuk terbukti memiliki aktivitas antidiabetes, menghasilkan sifat organoleptik warna dan aroma yang baik, namun rasa pedas lebih terasa. Sediaan ekstrak dapat diproduksi dengan metode maserasi menggunakan pelarut etanol, warna dan aroma minuman lebih pekat serta memiliki aktivitas inhibitor  $\alpha$ -glukosidase. Sediaan mikroenkapsulasi dengan metode koaservasi kompleks direkomendasikan sebagai bahan dalam minuman fungsional, meski warna dan aroma dalam produk menurun namun rasa pedas dari kayu manis berkurang dan memiliki stabilitas serta bioaktivitas yang lebih baik dalam mencapai target dan berpotensi untuk dijadikan sebagai pencegahan serta pengobatan alternatif penyakit diabetes melitus.

**Kata Kunci:** antidiabetes, kayu manis, minuman fungsional, sediaan, senyawa bioaktif

### **PENDAHULUAN**

Penyakit degeneratif merupakan kondisi yang disebabkan karena terjadinya perubahan pada sel-sel organ dalam tubuh, sehingga akan mengakibatkan penurunan fungsi pada organ tersebut (Amila dkk., 2021). Diabetes melitus merupakan salah satu penyakit degeneratif dengan jumlah pengidap tertinggi di Indonesia dengan jumlah 19,5 juta penderita dengan prevalensi 10,6% dari seluruh jumlah penduduk pada tahun 2021, sehingga Indonesia menjadi negara ke-5 terbanyak yang menderita diabetes melitus (IDF, 2021). Kasus diabetes melitus pada tahun 2021 meningkat sebanyak 58% selama satu

dekade ke belakang. Kondisi tersebut menjadi hal yang sangat serius untuk ditangani karena merupakan faktor penyebab kematian yang tinggi.

Diabetes melitus adalah penyakit yang terjadi akibat adanya peningkatan kadar glukosa darah karena insulin dalam tubuh penderita tidak dapat diproduksi atau tidak efektif bekerja sehingga menyebabkan hiperglikemia. Jika kondisi ini tidak tertangani maka akan terjadi komplikasi akibat kerusakan yang serius pada organ lain, seperti kerusakan ginjal, penyakit kardiovaskular, kerusakan saraf, dan kehilangan penglihatan (IDF, 2019). Gaya hidup yang buruk dalam mengatur pola makan sehat, asupan pangan yang tidak dijaga, dan tidak melakukan olahraga merupakan faktor umum penyebab terjadinya diabetes melitus terutama diabetes melitus tipe 2 (Wahyuningrum dkk., 2020). Maka dari itu salah satu cara untuk mencegah dan menangani penyakit diabetes yaitu dengan mengonsumsi makanan yang sehat dan asupan pangan yang bergizi (D'Adamo *et al.*, 2016). Asupan yang dibutuhkan yaitu pangan fungsional yang didefinisikan sebagai makanan atau minuman yang berasal dari komoditas pangan, memiliki kandungan nutrisi atau komponen bioaktif yang dapat memberikan manfaat terhadap kesehatan dalam konteks ini manfaat kesehatan yang didapatkan mampu menurunkan kadar glukosa darah (Akbar dkk., 2019; Anjani, 2019; Abbas, 2020).

Minuman fungsional merupakan salah satu bagian dari pangan fungsional yang dapat dikonsumsi untuk memenuhi kebutuhan gizi dan memberi efek kesehatan yang optimal dari zat-zat gizi yang dikandungnya dalam bentuk cairan atau minuman (Goldberg, 1994). Saat ini, minuman fungsional telah banyak dikembangkan dalam formulasinya menggunakan bahan-bahan rempah (Widyantari, 2020). Rempah dipercaya sebagai tanaman yang memiliki potensi pengobatan alami yang efektif dan memiliki efek samping yang rendah dibanding dengan obat kimia serta dapat dijadikan sebagai terapi non-obat (Hamzah, 2019). Penggunaan rempah tidak hanya digunakan sebagai penambah cita rasa dalam produk pangan, namun juga menyediakan komponen bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan karena kehadiran senyawa fitokimia yang melimpah (Sharma *et al.*, 2017). Salah satu bahan rempah yang cukup banyak dihasilkan di Indonesia dan banyak digemari karena memiliki *flavor* yang khas yaitu kayu manis.

Kayu manis merupakan salah satu komoditas hasil rempah-rempahan unggulan Indonesia. Kayu manis banyak dibudidayakan di Kabupaten Kerinci dan Kabupaten Merangin, Jambi. Jumlah produksi kayu manis terbesar mencapai 83.734 ton pada tahun 2018 (Suhery dkk., 2021). Secara tradisional, kayu manis telah dikenal sebagai bahan rempah yang memiliki efek pengobatan pada sejumlah penyakit dan saat ini efek biologis kayu manis tersebut dalam telah terbukti secara ilmiah (Sahib, 2016). Kayu manis yang digunakan pada produk pangan biasanya dalam bentuk potongan gulungan asli dan bubuk alami (Idris dan Mayura, 2019). Aplikasi kayu manis dalam bidang pangan umumnya banyak digunakan pada produk makanan diantaranya seperti produk roti, kue, atau campuran es krim, sedangkan dalam produk minuman masih tergolong sedikit dan bukan sebagai bahan baku, namun dijadikan sebagai bahan tambahan dalam produk minuman (Yasir dkk., 2019). Mengonsumsi kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) dilaporkan dapat menurunkan konsentrasi glukosa pada *postprandial* (Bernardo *et al.*, 2015).

Adanya efek yang menguntungkan bagi kesehatan terutama dalam menurunkan kadar gula dalam darah dan dengan melimpahnya jumlah produksi kayu manis di Indonesia maka sangat berpotensi untuk dikembangkan menjadi produk minuman fungsional.

Sediaan kayu manis yang dikenal umum di masyarakat biasanya hanya dalam bubuk alami dan ekstrak (Idris dan Mayura, 2019). Seiring dengan adanya kemajuan teknologi, sediaan kayu manis ini dikembangkan dengan menggunakan teknologi mikroenkapsulasi yang saat ini banyak diaplikasikan pada produk pangan karena potensinya yang dapat mempertahankan komponen bioaktif dan meningkatkan bioavailabilitas (Smaoui *et al.*, 2021). Aplikasi sediaan kayu manis bubuk, ekstrak, dan mikroenkapsulasi dalam formulasi minuman fungsional akan menghasilkan pengaruh yang berbeda dalam produk akhir minuman (Saad *et al.*, 2021). Kayu manis dalam produk minuman dapat memberikan efek kesehatan yang baik dalam menjaga kadar glukosa darah pada batas normal karena memiliki sifat fungsional yang terdapat pada senyawanya, sehingga kayu manis berpotensi untuk digunakan sebagai pendukung pangan fungsional (Winarsi *et al.*, 2020).

Kajian literatur ini bertujuan untuk mengkaji proses produksi sediaan kayu manis dan potensinya sebagai bahan dalam formulasi minuman fungsional yang memiliki aktivitas antidiabetes dengan membandingkan pengaruh berbagai sediaan kayu manis berupa bubuk, ekstrak, dan mikroenkapsulasi dari hasil penelitian yang telah dipublikasi. Hasil penelitian ini diharapkan mampu menjadi gambaran dalam menentukan sediaan produk mana yang lebih efektif sebagai formulasi minuman fungsional dalam hal organoleptik, stabilitas, dan bioaktivitas antidiabetes.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah kajian literatur atau *literatur review* yang didefinisikan sebagai sebuah metode yang dilakukan untuk mengkaji dan meninjau hasil riset atau penelitian yang telah terpublikasi dengan mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mensintesis hasil penelitian secara eksplisit dan sistematis (Okoli dan Schabram, 2011). Adapun analisis yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif yang berlandaskan interpretasi atas persamaan dan perbedaan pada tujuan, metode, dan hasil penelitian dari berbagai pustaka yang ditemukan (Fink, 2014). Data pustaka yang digunakan dalam kajian literatur ini berasal dari jurnal dan artikel ilmiah yang diakses dari situs jurnal ilmiah yang kredibel, terpercaya, dan valid serta memuat materi yang sesuai dengan topik yang dibahas. Kriteria inklusi sumber pustaka utama pada penelitian ini adalah jurnal nasional dan internasional yang bereputasi berdasarkan pada *impact factor* diantaranya (Scopus, ScimagoJR, Sinta dan Google Scholar) yang dipublikasikan pada 10 tahun terakhir. Penelusuran pustaka dicari melalui situs online google ([www.google.co.id](http://www.google.co.id)), Google Scholar ([www.scholar.google.co.id](http://www.scholar.google.co.id)), Science Direct (<https://www.sciencedirect.com/>), dan Pubmed (<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/>) berdasarkan kata kunci: “senyawa

bioaktif kayu manis”, “kayu manis antidiabetes”, “minuman fungsional kayu manis”, “ekstrak kayu manis”, “mikroenkapsulasi kayu manis”.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### *Senyawa Bioaktif Kayu Manis (Cinnamomum sp.)*



**Gambar 1.** Kayu Manis (*Cinnamomum cassia*) (Al-samydai and Al-mamoori, 2018)

Kayu manis termasuk ke dalam famili *Lauraceae* dengan Genus *Cinnamomum* dan memiliki jumlah spesies sebanyak 247 spesies kayu manis yang telah teridentifikasi dan tersebar di seluruh dunia (Kew-POTW, 2019). Banyaknya spesies yang telah teridentifikasi ini memiliki perbedaan yang didasari atas perbedaan morfologi tanaman antar spesies (Yang *et al.*, 2019). Dari semua jenis spesies yang teridentifikasi, terdapat empat spesies kayu manis utama yang biasa diperdagangkan secara komersial dan memiliki nilai ekonomi yang tinggi di pasar dunia yaitu *Cinnamomum zeylanicum* atau *Cinnamomum verum* (kayu manis asli atau kayu manis Sri Lanka), *Cinnamomum aromaticum* (kayu manis Cina), *Cinnamomum burmannii* (kayu manis Indonesia), dan *Cinnamomum loureiroi* (kayu manis Vietnam) (Chen *et al.*, 2014).

Komponen utama dari kayu manis berasal dari golongan fenilpropanoid yaitu sinamaldehyd, sinamalasetat, dan sinamal alkohol, yang ketiganya dapat diubah menjadi asam sinamat melalui proses oksidasi dan hidrolisis (Khasnavis dan Kalipada, 2012). Ketiga senyawa utama tersebut bertanggung jawab dalam aroma khas dari kayu manis (Yeh *et al.*, 2013). Selain itu, kayu manis mengandung senyawa golongan fenolik seperti flavonoid (kuersetin), asam kafeat, asam ferulat, tokoferol, katekol, pirogalol, asap *p*-hidroksibenzoat, asam *p*-kumarin, asam askorbat, dan vanilin. Gulcin *et al.* (2019) melaporkan bahwa ekstrak kayu manis mengandung total fenolik sebesar 205,5 GAE/g. Penelitian lain melaporkan kadar total fenolik dalam kayu manis mencapai 682,17 mg GAE/g (Othman *et al.*, 2020). Senyawa fenolik merupakan metabolit sekunder yang termasuk ke dalam senyawa bioaktif karena dapat berkontribusi pada aktivitas biologi manusia. Senyawa bioaktif utama lainnya dalam kayu manis tersaji dalam tabel 1.

**Tabel 1.** Kadar senyawa bioaktif utama dalam berbagai jenis kayu manis

| Spesies                      | Bentuk         | Senyawa  | Kadar               | Referensi                            |
|------------------------------|----------------|--|---------------------|--------------------------------------|
| <i>Cinnamomum zeylanicum</i> | Minyak atsiri  | Sinamaldehyd   | 71,50%              | (Behbahani <i>et al.</i> , 2020)     |
|                              |                | Linalool   | 7,00%               |                                      |
|                              |                | $\beta$ -kariofilen  | 6,40%               |                                      |
|                              |                | Eukaliptol   | 5,40%               |                                      |
|                              |                | Eugenol  | 4,60%               |                                      |
| <i>Cinnamomum zeylanicum</i> | Minyak atsiri  | Sinamaldehyd   | 81,529%             | (Hicham Boughendjioua, 2018)         |
|                              |                | Eugenol  | 2,915%              |                                      |
|                              |                | p-Cineole  | 2,914%              |                                      |
|                              |                | Camphene   | 2,124%              |                                      |
|                              |                | $\alpha$ -Pippen   | 1,482%              |                                      |
|                              |                | Hidrosinamat-aldehyd   | 1,218%              |                                      |
|                              |                | $\alpha$ -Terpineol  | 1,041%              |                                      |
| <i>Cinnamomum verum</i>      | Ekstrak air    | Asam p-hidroksibenzoat   | 321,1 mg/kg ekstrak | (Gulcin <i>et al.</i> , 2019)        |
|                              |                | Asam p-kumarin   | 291,4 mg/kg ekstrak |                                      |
|                              |                | Pirogallol   | 142,4 mg/kg ekstrak |                                      |
|                              |                | Vanilin  | 101,2 mg/kg ekstrak |                                      |
|                              |                | Asam ferulat   | 88,8 mg/kg ekstrak  |                                      |
|                              |                | Flavonoid  | 16,67 QE/g ekstrak  |                                      |
|                              | Ekstrak etanol | Pyrogallol   | 264,3 mg/kg ekstrak |                                      |
|                              |                | Asam ferulat   | 224,7 mg/kg ekstrak |                                      |
|                              |                | Asam p-kumarin   | 170,2 mg/kg ekstrak |                                      |
|                              |                | Asam kafeat  | 91,2 mg/kg ekstrak  |                                      |
|                              |                | Vanilin  | 89,4 mg/kg ekstrak  |                                      |
|                              |                | Flavonoid  | 11,25 QE/g ekstrak  |                                      |
| <i>Cinnamomum cassia</i>     | Minyak atsiri  | Trans-sinamaldehyd   | 81,86%              | (Chen <i>et al.</i> , 2021)          |
|                              |                | 2-metoksi sinamaldehyd   | 5,07%               |                                      |
|                              |                | Copaene  | 3,66%               |                                      |
|                              |                | Naftalen,1,2,3,5,6,8aheksahidro-4,7-dimetil-1-(1-metiletil)-, (1S-cis)-  | 1,55%               |                                      |
|                              |                | $\alpha$ -Muurolene  | 1,46%               |                                      |
|                              |                | 1-Naftalenol,1,2,3,4,4a,7,8,8a-oktahidro-1,6-dimetil-4-(1-metiletil)-,[1R-1.alfa.,4.beta.,4a.beta.8a.betal.)]- | 1,18%               |                                      |
|                              |                |  |                     |                                      |
| <i>Cinnamomum cassia</i>     | Minyak atsiri  | Sinamaldehyd   | 82,85%              | (Brodowska <i>et al.</i> , 2016)     |
|                              |                | Benzaldehyd  | 2,22%               |                                      |
|                              |                | Sinamil asetat   | 1,48%               |                                      |
|                              |                | $\beta$ -pinen   | 1,08%               |                                      |
|                              |                | Bornil asetat  | 1,06%               |                                      |
| <i>Cinnamomum cassia</i>     | Minyak atsiri  | Sinamaldehyd   | 72,67%              | (Plumeriastuti <i>et al.</i> , 2019) |
|                              |                | Copaene  | 8,94%               |                                      |
|                              |                | Naftalen   | 7,61%               |                                      |
|                              |                | $\alpha$ -pinen  | 2,06%               |                                      |
|                              |                | Benzena propanol   | 1,50%               |                                      |
|                              |                | Karofilin  | 1,27%               |                                      |
|                              |                | Eukaliptol   | 1,03%               |                                      |

Setiap spesies kayu manis memiliki kandungan senyawa dan kadar total yang berbeda. Hal ini dapat dipengaruhi oleh jenis spesies, daerah penanaman, faktor lingkungan, umur pemanenan, pelarut, dan metode ekstraksi yang digunakan sehingga dapat mempengaruhi banyaknya senyawa volatil yang terkandung dalam setiap spesies. Berdasarkan tabel 1 diatas menunjukkan bahwa senyawa utama dalam kayu manis yaitu sinamaldehyd pada kisaran 71,50-82,85%. Sinamaldehyd merupakan senyawa penyusun minyak atsiri utama dalam kayu manis yang memiliki wujud cair, berwarna kuning bening, dan memiliki sejumlah sifat fungsional (Daker *et al.*, 2013). Senyawa sinamaldehyd, asam sinamat, dan proantosianidin dilaporkan menjadi senyawa bioaktif utama yang memiliki peran dalam aktivitas antidiabetes yang dihasilkan kayu manis (Hayward *et al.*, 2019).

Senyawa bioaktif kayu manis dilaporkan memiliki sifat fungsional dalam berbagai aktivitas farmakologi diantaranya sebagai antioksidan, antiinflamasi, antilipemik, antidiabetes, antimikroba, antitumor, antihipertensi, gastroprotektor, antiviral, imunomodulator, dan antikanker (Shen *et al.*, 2012; Kawatra dan Rajagopalan, 2015). Beberapa senyawa bioaktif yang terkandung dalam kayu manis mampu melindungi tubuh dari infeksi virus. Penelitian dari (Nardiah *et al.*, 2010) melaporkan bahwa ekstrak kayu manis *Cinnamomum javanicum* menghasilkan aktivitas antiviral. Penelitian lain melaporkan bahwa ekstrak kasar dari kulit kayu manis *Cinnamomum loureiroi* menunjukkan efek penghambatan *reverse transcriptase* HIV-1 yang kuat dengan konsentrasi penghambatan (IC<sub>50</sub>) menggunakan uji fluoroskopi sebesar  $84,58 \pm 5,01$  µg/ml (Silprasit *et al.*, 2011). Penelitian terbaru melaporkan adanya potensi senyawa bioaktif kayu manis untuk memperingan penyakit akibat Covid-19 yang menunjukkan bahwa unit S1 glikoprotein lonjakan SARS-CoV-2 yang berperan untuk mengikat protein ACE2 inang diduga dapat dihambat oleh fenilpropanoid (sinamaldehyd dan sinamalasetat) dari minyak atsiri kayu manis yang digabungkan berbagai minyak esensial tanaman lain (Sampath, 2021).

Senyawa fenolik dan flavonoid yang terdapat dalam ekstrak kayu manis diketahui menjadi agen senyawa antioksidan dengan menetralkan radikal bebas lipid dan mencegah mengurainya hidroperoksida yang dapat berubah menjadi radikal bebas (Antasionasti dan Jayanto, 2021). Berdasarkan hasil penelitian dari Gülçin *et al.* (2012), senyawa fenolik utama dalam kayu manis yang memiliki aktivitas antioksidan hasil ekstraksi dengan *aqueous* meliputi asam *p*-hidroksibenzoat, asam *p*-kumarin, dan pirogalol. Penelitian dari Antasionasti dan Jayanto (2021) melaporkan bahwa ekstrak etanol kayu manis mengandung total fenolik dan flavonoid yang tinggi yaitu masing-masing sebesar 75,685 EAG dan 60,546 EK, besarnya total fenolik dan flavonoid tersebut menghasilkan antioksidan ABTS yang sangat kuat sebesar 2,235 µg/mL, antioksidan DPPH sebesar 1,939 µg/mL, dan reduksi besi III sebesar 1415,705 mg asam askorbat/g ekstrak. Penelitian lain menyebutkan bahwa ekstrak kayu manis memiliki nilai IC<sub>50</sub> DPPH dan ABTS masing-masing 42,03 g/L dan 5,13 g/L, nilai ini lebih rendah jika dibanding dengan nilai IC<sub>50</sub> DPPH 147,23 g/L dan IC<sub>50</sub> ABTS 64,51 g/L pada minyak atsiri. Namun, ekstrak kayu manis memiliki kapasitas antioksidan total yang lebih besar dibanding

dengan minyak atsiri sehingga penelitian ini mendukung bahwa ekstrak dianggap lebih baik dalam aktivitas pemulungan antioksidan yang lebih tinggi (Brodowska *et al.*, 2016).

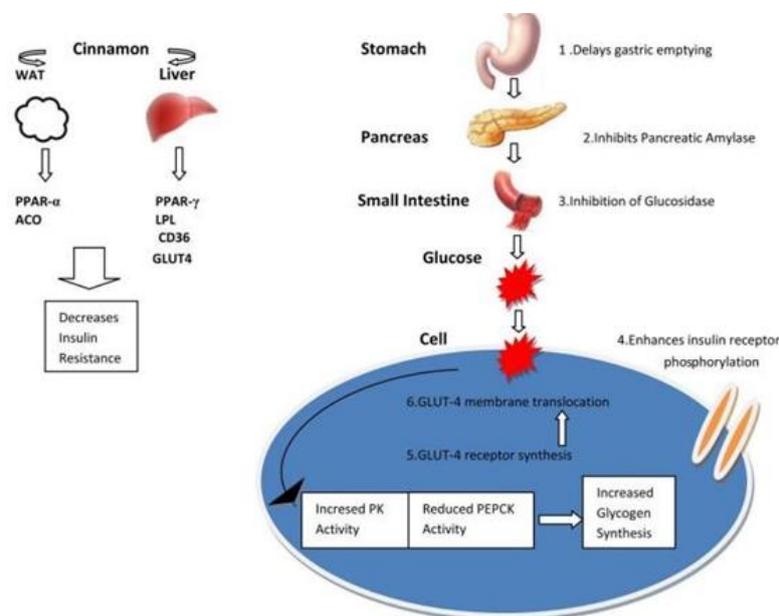
Minyak atsiri kayu manis dilaporkan memiliki aktivitas antibakteri yang cukup kuat dalam menghambat bakteri kariogenik *Streptococcus mutans* (0,2%) dan *Streptococcus sobrinus* (0,1%) dengan menggunakan uji difusi *disk* (Choi *et al.*, 2016). Dalam penelitian tersebut, senyawa yang berperan dalam menghambat bakteri kariogenik yaitu sinamaldehyd, senyawa golongan terpen eter, dan eugenol, namun senyawa yang menunjukkan aktivitas antibakteri terbesar yaitu sinamaldehyd. Ekstrak kayu manis dalam penelitian Reppi *et al.* (2016) dan Intan dkk. (2021) dapat menghambat bakteri *Escherichia coli*, *Streptococcus pyogenes*, dan *Streptococcus aureus*. Senyawa kayu manis yang berperan dalam menghambat bakteri patogen tersebut yaitu eugenol dengan mekanisme merusak dinding sel, membran plasma, dan protein, senyawa flavonoid yang dapat menghambat sintesis protein, senyawa alkaloid diketahui dapat menghambat pembentukan sel, senyawa saponin dapat mengganggu permeabilitas membran sel, dan senyawa terpenoid dalam kayu manis memiliki aktivitas antibakteri dengan mengurangi permeabilitas dinding sel sehingga terjadi kerusakan yang menyebabkan sel kekurangan nutrisi dan perkembangan terhambat sampai mati (Rachmawati dan Suriawati, 2019; Intan dkk., 2021). Selain memiliki aktivitas antibakteri, dalam studi lain dilaporkan bahwa senyawa bioaktif kayu manis dapat menurunkan jumlah lipid, menurunkan penyakit kardiovaskular, melawan penyakit parkinson dan alzheimer (Rao dan Gan, 2014).

Kayu manis memiliki sifat fungsional dalam mengurangi glukosa darah untuk mencegah penyakit diabetes melitus (Khan *et al.*, 2003; Kim *et al.*, 2006; Arjun *et al.*, 2009; Kazeem dan Davies, 2016; Sahib, 2016; Al-samydai dan Al-mamoori, 2018; Beji *et al.*, 2018; Kizilaslan dan Erdem, 2019). Berdasarkan penelitian dari Khan *et al.* (2003) dan Kizilaslan dan Erdem (2019) bahwa mengonsumsi kayu manis setiap hari dapat mengurangi glukosa serum, trigliserida, kolesterol *Low Density Lypoprotein* (LDL), dan kolesterol total pada orang yang menderita diabetes tipe 2, sehingga kayu manis dianjurkan untuk dikonsumsi terutama bagi penderita diabetes. Kayu manis ini berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai alternatif pangan fungsional bagi penderita diabetes. Kayu manis sering dijadikan sebagai pengobatan herbal alternatif dalam pencegahan diabetes melitus. Seiring dengan berkembangnya penerapan gaya hidup sehat, saat ini minat penggunaan bahan-bahan alam seperti rempah kayu manis sebagai bahan pangan cukup meningkat (Isbill *et al.*, 2020).

### ***Aktivitas Antidiabetes***

Aktivitas antidiabetes yang dihasilkan oleh kayu manis menunjukkan adanya mekanisme yang berbeda-beda. Berdasarkan penelitian dari Hayward *et al.* (2019) mekanisme aktivitas antidiabetes diantaranya yaitu dengan menghambat enzim gastrointestinal, memodulasi respons dan sensitivitas insulin, meningkatkan penyerapan glukosa, menghambat glukogenesis, dan meningkatkan sintesis glikogen. Metode penelitian yang digunakan untuk mengetahui aktivitas antidiabetes dapat dilakukan

secara in vitro maupun in vivo. Mekanisme aktivitas antidiabetes melalui penghambatan aktivitas enzim  $\alpha$ -glukosidase dapat diketahui dengan mengukur daya penghambatan enzim  $\alpha$ -glukosidase secara in vitro menghasilkan reaksi hidrolisis dari *p*-nitrofenil  $\alpha$ -D-glukopiranosida menjadi *p*-nitrofenol yang ditandai dengan warna kuning dan D-glukosa oleh enzim  $\alpha$ -glukosidase. Warna kuning yang dihasilkan *p*-nitrofenol selanjutnya diabsorbansi. Nilai absorbansi akan dipengaruhi oleh intensitas warna kuning, semakin pudar warna yang menandakan *p*-nitrofenol sedikit maka akan semakin besar aktivitas absorbansi yang dihasilkan (Roswiem dkk., 2015). Penelitian dari Roswiem dkk. (2015) menunjukkan bahwa *Cinnamomum burmanii* menghasilkan daya inhibisi  $\alpha$ -glukosidase sebesar 94,88% pada ekstrak air dan 94,51% pada ekstrak etanol 30% serta tidak berbeda nyata dengan akarbosa 1%. Penelitian ini didukung dengan pernyataan dari Hayward *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa efek penghambatan  $\alpha$ -glukosidase yang kuat dari ekstrak kayu manis jenis *Cinnamomum loureirii* dan *Cinnamimum zeylanicum* dengan masing-masing penghambatan sebesar 1,7 g/ml dan 1,4 g/ml. Mekanisme aktivitas antidiabetes secara in vivo tersaji dalam Gambar 2 (Medagama, 2015).



**Gambar 2** Mekanisme molekuler kayu manis yang memberikan aktivitas hipoglikemik. PK: Piruvat Kinase, PEPCK: Fosfoenol Karboksi Kinase, PPARgamma: Peroxisom Proliferator Aktivasi-Reseptor gamma, WAT: Jaringan Adiposa Putih, ACO: Asil-CoA Oksidase, GLUT-4: Protein pengangkut glukosa 4, LPL: Lipoprotein lipase, CD36 : Transporter Asam Lemak

Mekanisme antidiabetes yang dihasilkan kayu manis dapat menurunkan bioavailabilitas pati dengan adanya penghambatan amilase pankreas dan glukosidase usus pada enzim pencernaan secara in vivo. Enzim amilase yang terdapat pada pankreas berfungsi dalam mengkatalis senyawa pati dan turunannya yang memiliki rantai panjang dengan cara hidrolisis dan memotong rantai 1,4-amilosa pada rantai glikosida menjadi

rantai yang lebih pendek dari sebelumnya. Berdasarkan hasil kajian dari Cahyana dan Adiyanti (2021) bahwa senyawa flavonoid memiliki potensi antihiperlikemia dalam menghambat enzim pencernaan sehingga dapat menurunkan pencernaan pati dan glukosa darah pada masa *postprandial*. Flavonoid akan membentuk ikatan kovalen yang kompleks dengan pati sehingga akan sulit untuk dicerna dan gula dalam darah tidak akan naik melonjak. Enzim lain dalam sistem pencernaan yaitu enzim  $\alpha$ -glukosidase memiliki peran yang sangat krusial dalam pemecahan glukosa menjadi ikatan 1,6-glikosidik di usus dan penyerapan glukosa ke dalam darah, dengan adanya sifat penghambatan yang dihasilkan oleh kayu manis maka pemecahan gula kompleks menjadi monosakarida akan berkurang sehingga respon glikemik dalam darah akan rendah. Penelitian yang dilakukan oleh Shihabudeen *et al.* (2011) menyatakan bahwa pemberian ekstrak kayu manis pada tikus yang diinduksi dengan *streptozotocin* (STZ) maltosa dan sukrosa menghasilkan adanya penghambatan enzim  $\alpha$ -glukosidase dengan menekan hiperglikemia pada masa *postprandial*. Penghambatan yang terjadi secara kompetitif yaitu substrat dan inhibitor memiliki struktur sisi aktif yang sama. Efek penghambatan yang dihasilkan kayu manis bersifat reversibel, artinya efek penghambatan hanya akan mengurangi laju pemecahan saja dan tidak menghambat pencernaan seutuhnya karena ikatan antara substrat dan inhibitor lemah serta adanya penurunan afinitas ikatan (Hayward *et al.*, 2019).

Mekanisme aktivitas antidiabetes lainnya yaitu meningkatkan sensitivitas insulin dengan meningkatkan reseptor insulin kinase dan menghambat defosforilasi reseptor insulin maka reseptor insulin akan aktif pada jaringan adiposa, otot, dan lainnya. Ketika glukosa masuk ke dalam sel, senyawa bioaktif dalam kayu manis akan meningkatkan fosforilasi reseptor insulin yang merupakan agen pendorong translokasi unit intraseluler menuju membran sel. Dengan meningkatnya reseptor insulin maka jumlah sintesis reseptor GLUT4 akan meningkat, sehingga terjadi translokasi GLUT4 yang merupakan transporter glukosa utama menjadi energi ke membran plasma. Reaksi yang akan terjadi dalam sel yaitu meningkatnya aktivitas piruvat kinase dan menurunnya aktivitas fosfoenol karboksi kinase maka hasilnya akan meningkatkan sintesis glikogen dalam jaringan adiposa, sehingga akibatnya glukosa dalam darah akan diangkut, terjadi peningkatan penyerapan glukosa dan berubah menjadi energi atau bentuk lain. Kayu manis dapat menurunkan insulin resisten dengan adanya peningkatan ekspresi reseptor peroksisom *proliferator-activated receptor* (PPAR) *alpha* ( $\alpha$ ) dan *gamma* ( $\gamma$ ) sehingga menimbulkan efek antidiabetes kayu manis yaitu meningkatkan sensitivitas insulin (Medagama, 2015).

Senyawa fenolik sebagai metabolit sekunder aktif yang memiliki aktivitas antioksidan yang cukup kuat sehingga dapat mengangkut *Reactive Oxygen Species* (ROS) dan menghilangkan kerusakan oksidatif (Gülçin *et al.*, 2012). Telah dilaporkan bahwa oksidatif dan spesies oksigen reaktif ini merupakan mediator utama penyakit diabetes melitus (Bayindir *et al.*, 2019). Rangsangan ROS yang disertai dengan proteksi antioksidan yang lemah akan yang menyebabkan *postprandial* mengarah ke status stres oksidatif dan terjadi peradangan *postprandial*. Adanya ketidakseimbangan antara produksi ROS dan antioksidan dalam tubuh akan menyebabkan perubahan oksidatif baik

pada membran seluler maupun intraseluler yang akan menjadi agen berkembangnya komplikasi yang lebih parah pada organ lain akibat keterlibatan ROS dalam kasus hiperglikemia (Sudan *et al.*, 2013). Kayu manis memiliki senyawa fenolik yang cukup besar, di mana senyawa ini akan berperan dalam meningkatkan antioksidan sebagai proteksi intrasel dari terjadinya autooksidasi glukosa yang menyebabkan kerusakan sel dengan adanya produksi radikal bebas pada hiperglikemia.

Hasil uji klinis pemberian kayu manis pada penderita diabetes telah dilaporkan oleh Sahib (2016) bahwa pemberian 1 gram kayu manis per hari kepada pasien diabetes selama 6 dan 12 minggu menunjukkan adanya penurunan glukosa dalam darah puasa sebesar 10,12% dan 17,47%, penurunan glikosilasi Hb sebesar 2,62% dan 8,25%, serta adanya peningkatan kadar glutathionin serum. Penelitian lain dari Zare *et al.* (2018) dengan pemberian suplemen kayu manis berupa bubuk 50 mesh dalam kapsul dengan dosis 500 mg yang diberikan sebanyak dua kali dalam sehari selama 3 bulan pada 120 pasien penderita diabetes melitus tipe 2 hasilnya terjadi aktivitas antihiperglikemik yang sangat signifikan pada pasien dengan BMI  $\geq 27$ , aktivitas yang dihasilkan yaitu peningkatan semua parameter antropometri (BMI, lemak tubuh, dan lemak *visceral*), indikasi glikemik, dan profil lipid (total kolesterol, LDL-c, dan HDL-c). Penelitian tersebut mendukung bahwa mengkonsumsi kayu manis sebanyak 1 gram dapat memberikan efek antihiperglikemik. Hasil penelitian lain melaporkan bahwa pemberian suplemen kayu manis (*Cinnamomum cassia*) dengan dosis sebanyak 5 gram dapat mengurangi kadar gula dalam darah dan tidak berbeda nyata dengan kadar gula kontrol plasebo (Gutierrez *et al.*, 2016). Dari semua penelitian tersebut, terdapat penelitian lain yang melaporkan bahwa mengkonsumsi kayu manis sebanyak 1, 3, atau 6 g/hari dapat mengurangi glukosa serum, trigliserida, kolesterol *Low Density Lypoprotein* (LDL), dan kolesterol total pada orang yang menderita diabetes tipe 2 (Khan *et al.*, 2003; Kizilaslan dan Erdem, 2019). Peneliti menyarankan untuk memasukkan kayu manis ke setiap makanan penderita diabetes. Mengkonsumsi teh kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) dilaporkan dapat menurunkan konsentrasi glukosa pada *postprandial* (Bernardo *et al.*, 2015). Kayu manis dianjurkan untuk dikonsumsi terutama bagi penderita diabetes, karena memiliki efek positif dalam mengurangi glukosa darah (Kizilaslan dan Erdem, 2019).

### **Sediaan Bubuk**

Kayu manis dalam bentuk bubuk merupakan sediaan yang paling umum digunakan dalam aplikasi pada produk pangan, termasuk produk minuman. Proses produksi sediaan kayu manis bubuk dalam formulasi minuman fungsional sangat mudah dan sederhana. Selain itu, pengaplikasiannya dalam produk minuman fungsional cukup banyak ditemui. Parameter yang harus diperhatikan dalam membuat sediaan bubuk yaitu kadar air dan ukuran partikel bubuk. Kadar air menjadi salah satu parameter yang sangat berpengaruh terhadap umur simpan bahan, karena semakin rendah kadar air suatu bahan maka umur simpan bahan tersebut akan semakin lama namun harus disertai dengan penyimpanan yang tepat (Solihin dkk., 2015). Pembuatan sediaan kayu manis bubuk harus melalui proses pengeringan, di mana faktor yang harus dikontrol yaitu suhu dan waktu

pengeringan karena keduanya akan mempengaruhi kualitas mutu kayu manis. Berdasarkan penelitian dari Wardatun dkk. (2020) pengeringan kayu manis dilakukan dengan oven pada suhu 40°C selama 3 hari lalu dilakukan pengecilan ukuran dengan *grinder* menghasilkan kadar air sebesar 7,9% di mana kadar ini sesuai dengan syarat yang tidak boleh lebih dari 12%. Ukuran partikel mempengaruhi kelarutan senyawa dalam produk minuman, telah dilaporkan bahwa semakin kecil ukuran bubuk maka akan semakin baik dalam mengeluarkan senyawa didalamnya, karena besarnya luas permukaan dan volume kayu manis sehingga memudahkan keluarnya senyawa yang terperangkap dalam dinding sel (Tambun dkk., 2016). Ukuran sediaan bubuk dengan besar 60 *mesh* sangat dianjurkan dalam formulasi minuman fungsional, seperti yang dilaporkan oleh (Noviantari dkk., 2017) bahwa *Sargassum polycystum* bubuk 60 *mesh* menghasilkan kadar total karotenoid dan total fenolik dalam pelarut dibandingkan dengan bubuk 40 *mesh*.

### **Sediaan Ekstrak**

Ekstraksi merupakan sebuah proses pemisahan senyawa yang ingin diambil dari campurannya menggunakan pelarut yang sesuai dengan karakteristik senyawa dalam bahan. Proses ekstraksi menyebabkan senyawa dalam dinding sel bahan akan lisis akibat adanya perbedaan tekanan didalam dan diluar sel. Sinamaldehyd merupakan senyawa utama kayu manis yang termasuk ke dalam golongan fenilpropanoid, bersifat mudah menguap dan termolabil sehingga penggunaan suhu dan waktu ekstraksi harus diperhatikan untuk mencapai proses ekstraksi yang optimum (Othman *et al.*, 2020). Selain itu, senyawa fenolik dalam kayu manis juga memiliki peran aktif dalam berbagai aktivitas biologis, sehingga ekstraksi dengan kadar sinamaldehyd dan kadar total fenolik terbesar dapat dipilih sebagai kondisi optimum ekstraksi dalam memberikan efek antihiperlipidemik nantinya pada pengaplikasian produk saat dikonsumsi.

Variabel eksperimen yang harus diperhatikan dalam proses ekstraksi yaitu pemilihan pelarut, metode ekstraksi, rasio pelarut dan sampel, waktu ekstraksi, dan suhu ekstraksi (Dvorackova *et al.*, 2015). Berdasarkan pernyataan dari Bhebbe *et al.* (2016) variabel yang sangat berpengaruh pada proses ekstraksi adalah pemilihan pelarut ekstraksi. Pelarut yang digunakan harus *food grade* dan sesuai dengan penggunaan hasil produk akhir, dalam hal ini hasil ekstrak akan digunakan dalam produk minuman sehingga pelarut yang digunakan yaitu jenis pelarut polar seperti air, etanol, atau metanol agar senyawa dalam bahan ikut terekstrak dalam pelarut. Metode ekstraksi dibagi menjadi dua yaitu, metode ekstraksi konvensional (maserasi, refluks, infusi, dan sokletasi) dan metode ekstraksi modern (*Microwave Assisted Extraction* dan *Ultrasound Assisted Extraction*). Setiap metode memiliki kelebihan dan kekurangan serta faktor tersebut harus disesuaikan dengan target senyawa yang akan di ekstrak agar hasil yang didapatkan sesuai dengan yang diinginkan. Metode konvensional sering dipilih dalam proses produksi karena cenderung lebih mudah dalam memperoleh pelarut dan proses ekstraksinya serta lebih murah dibanding dengan metode modern. Namun kekurangan dari metode konvensional ini yaitu prosesnya lebih lama dan menggunakan pelarut yang cukup banyak sehingga

berdampak negatif bagi lingkungan karena menghasilkan residu dan limbah yang lebih banyak dibanding dengan metode modern (Sasongko dkk., 2018).

Penggunaan pelarut campuran antara air dan pelarut organik merupakan pelarut yang sangat direkomendasikan untuk digunakan dalam ekstraksi bahan alam, terutama untuk mengekstraksi golongan senyawa fenolik. Penelitian Dvorackova *et al.* (2015) membandingkan bahan pelarut dalam ekstraksi diantaranya etanol, metanol, etil asetat, aseton, dan etanol dengan air (0, 20, 40, 80, dan 96%) dengan metode ekstraksi pelarut klasik (Randall), maserasi, ultrasonifikasi, dan metode pengocokan juga membandingkan variabel suhu dan waktu ekstraksi. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa pelarut yang paling optimum dalam menghasilkan total fenolik terbesar (2,263 mg/g) yaitu pelarut etanol 60% dengan perbandingan antara bahan dan pelarut 1 : 20 yang diekstraksi menggunakan metode Randall pada suhu ekstraksi optimum 50°C dan waktu ekstraksi selama 90 menit. Pelarut fraksi etanol-air dipilih sebagai pelarut ekstraksi terbaik didukung oleh penelitian dari Hayward *et al.* (2019) yang menyatakan bahwa pelarut biner dengan fraksi etanol dengan air dipilih karena mampu mengekstrak senyawa bioaktif organik dan senyawa larut dalam air dengan maksimal serta mampu mengekstrak polisakarida dalam jumlah minimal. Roswiem dkk. (2015) membandingkan potensi ekstrak dengan pelarut air, etanol 30%, etanol 70%, dan etanol 96% dengan metode maserasi pada kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) terhadap aktivitas enzim  $\alpha$ -glukosidase. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa rendemen ekstrak terbanyak diperoleh dengan pelarut etanol 96% sebesar 29,25% dan daya inhibisi ekstrak terhadap enzim  $\alpha$ -glukosidase terbesar (94,88%) dengan konsentrasi 1,5% dari ekstrak etanol 30%.

Ekstraksi dengan menggunakan metode ekstraksi modern dilakukan oleh Anal *et al.* (2014) yaitu menggunakan metode *microwave vacuum* dan ultrasonifikasi dengan pelarut etanol 95%, hasil ekstraksi yang paling optimum dalam menghasilkan kadar total fenolik tertinggi sebesar 466,8 mg/g diperoleh pada ekstraksi metode ultrasonifikasi pada suhu 40°C selama 60 menit. Penelitian terbaru dari Guo *et al.* (2021) yang membandingkan empat metode ekstraksi modern yaitu *Ultrasound-enhanced subcritical water extraction* (USWE), *subcritical water extraction* (SWE), *Steam distillation* (SD), dan *Ultrasound assisted extraction* (UAE). Kondisi optimum ekstraksi terbaik yaitu dilakukan pada suhu 140°C selama 25 menit dengan tekanan 5 MPa, kekuatan ultrasonik optimum pada 145 W, frekuensi ultrasonik 18,5 KHz menggunakan metode *Ultrasound-enhanced subcritical water extraction* (USWE) menghasilkan kadar sinamaldehyd maksimal sebesar 12,662 mg/g dengan *yield* minyak kayu manis 1,78%. Penelitian tersebut menyatakan bahwa metode SWE memiliki kelarutan yang rendah, namun metode ini efektif untuk mengekstraksi komponen teroksidasi secara selektif sehingga ekstraksi ini dioptimalkan dengan proses *ultrasound*.

Ekstraksi menggunakan metode konvensional dengan metode maserasi paling banyak dipilih dalam proses ekstraksi kayu manis. Prinsip metode maserasi yaitu pengambilan senyawa dalam bahan dengan perendaman menggunakan pelarut yang sesuai serta tanpa penggunaan panas, sehingga terjadi pelunakan sel jaringan yang menyebabkan senyawa larut (Salamah dkk., 2017). Proses ekstraksi cukup merendam sampel bahan ekstraksi

dengan pelarut, biasanya ekstraksi membutuhkan waktu 3-7 hari dalam wadah kaca yang tertutup dan harus terhindar dari cahaya. Proses pengadukan harus dilakukan dan proses ekstraksi ini dilakukan pada suhu ruang, sehingga kemungkinan senyawa bioaktif termolabil yang rusak akan semakin kecil (Susanty dan Bachmid, 2016). Penelitian yang dilakukan oleh Tisnadjaja *et al.* (2020) menunjukkan bahwa kayu manis yang diekstraksi menggunakan metode maserasi dengan pelarut etanol 96% selama 24 jam merupakan metode yang paling efektif dalam menghasilkan kadar total polifenol tertinggi yaitu sebesar 17,96%. Penelitian lain dari Othman *et al.* (2020) menggunakan metode maserasi dalam ekstraksi kayu manis dengan pelarut 95% etanol melaporkan bahwa suhu ekstraksi optimum pada suhu 37°C selama 5 jam dapat menghasilkan total *yield* sinamaldehyd 3,05 mg/g, kadar total fenolik 682,17 mg GAE/g, dan total kapasitas antioksidan sebesar 821,57%. Penelitian sebelumnya juga menyatakan bahwa metode ekstraksi yang paling optimum adalah metode maserasi dengan pelarut etanol 96% menghasilkan kadar sinamaldehyd terbesar yaitu 124,14 mg/g, dan kadar asam trans-sinamat sebesar 151,35 mg/g, kedua senyawa tersebut merupakan senyawa yang berperan dalam aktivitas antidiabetes (Wardatun *et al.*, 2017).

### ***Sediaan Mikroenkapsulasi***

Mikroenkapsulasi adalah proses di mana suatu bahan cair dilapisi dengan bahan penyalut dan terjadi perubahan fase menjadi bentuk solid, di mana hasil enkapsulasi dapat melindungi bahan yang dilapisi terhadap kondisi buruk, kerusakan nutrisi, serta dapat bertahan lama (Akdeniz *et al.*, 2017). Mikroenkapsulasi terdiri dari bahan inti (*core*) dan bahan penyalut (enkapsulan). Umumnya bahan inti yang dilakukan proses mikroenkapsulasi yaitu senyawa spesifik sesuai dengan aplikasi pada produk pangan atau bahan yang tidak larut dalam air, seperti minyak kayu manis dan oleoresin. Pemilihan metode dan bahan penyalut merupakan faktor yang mempengaruhi produk akhir mikroenkapsulasi. Bahan penyalut yang dapat digunakan diantaranya yaitu gum arab, *Carboxymethyl Cellulose* (CMC), gelatin, pati, *Polyvinylpyrrolidone* (PVP), arabinogalaktan, dan polivinil alkohol. Teknik mikroenkapsulasi dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu pembentukan polimer dengan metode kimia seperti koaservasi, penguapan pelarut, ekstraksi pelarut, nanoenkapsulasi, dan polimerisasi matriks, serta metode lain dalam teknik mikroenkapsulasi yaitu metode fisik yang dapat dilakukan dengan teknik *spray drying*, *tray drying*, *freeze drying*, *coextrusion*, *layer by layer*, dan *coating*. Dari semua teknik mikroenkapsulasi tersebut, *spray drying* (pengeringan semprot) dan koaservasi kompleks menjadi teknik yang biasa digunakan dalam industri pangan (Bakry *et al.*, 2016).

Teknik koaservasi terdapat dua jenis yang dibedakan dari jenis penyalut yang digunakan, yaitu koaservasi sederhana dan koaservasi kompleks. Baik koaservasi sederhana atau kompleks terdiri dari tiga tahap, diantaranya yang pertama pencampuran senyawa aktif berupa partikel bahan penyalut dispersi, di mana pada koaservasi kompleks dilakukan dengan penambahan polimer yang berbeda muatan. Tahap kedua terdapat perbedaan pada koaservasi sederhana ditambahkan agar *coacervation inducing agent*

(CIA), sedangkan pada koaservasi kompleks perlu menurunkan pH dalam sistem. Tahap ketiga akan terbentuk koaservat yang melapisi permukaan partikel sehingga akan terbentuk mikrokapsul (Putri dan Rusli, 2020). Umumnya koaservasi kompleks yang dilakukan pada bidang pangan dengan prinsip pemanfaatan sifat makromolekul yang berlawanan sehingga akan membentuk kapsul yang melindungi bahan aktif dengan adanya interaksi secara elektrostatis antara senyawa kation dan anion. Bahan penyalut yang digunakan dalam koaservasi kompleks harus lebih dari satu jenis koloid yang biasanya dibentuk dari pasangan polimer protein dan polisakarida, di mana polimer protein yang sering digunakan yaitu gelatin yang akan menjadi kation jika berada pada titik isoelektriknya. Polimer tersebut akan membentuk kompleks dengan polimer polisakarida seperti *gum* yang akan menjadi anion pada pH rendah sehingga menghasilkan mikrokapsul yang rapat dan memiliki retensi yang baik dari mikrokapsul (Sukanto dkk., 2009). Pernyataan tersebut terbukti pada penelitian yang dilakukan oleh de Souza *et al.* (2018) bahwa penggunaan pasangan polimer gelatin-*cashew gum* dapat menghasilkan total fenolik terbesar (124,8 mg ekuivalen asam galat/g), total proantosianidin sebesar 69,7 mg ekuivalen B2/g, dan efisiensi enkapsulasi sebesar 86,6%. Penelitian tersebut didukung oleh pernyataan dari Brito de Souza *et al.* (2020) bahwa penyalut yang dibentuk dari pasangan gelatin-*cashew gum* dapat menghasilkan kestabilan senyawa aktif ekstrak kayu manis tertinggi.

Nilai efisiensi mikrokapsul adalah tingkat efisiensi dari proses emulsifikasi dan enkapsulasi yang menunjukkan kemampuan bahan penyalut dalam menyalut inti (Yuliasari dkk., 2016). Penelitian dari Purbowatingrum *et al.* (2018) menghasilkan enkapsulasi sinamaldehyd dengan penyalut nanokitosan yang mampu menghambat  $\alpha$ -glukosidase sebesar 23,9%. Teknik yang digunakan dalam penelitian tersebut yaitu pengeringan beku, efisiensi enkapsulasi yang dihasilkan penelitian tersebut mencapai 74%. Penelitian lain dari Nurhayani dkk. (2020) membuat mikroenkapsulasi oleoresin kayu manis dengan teknik yang berbeda yaitu *spray drying* menggunakan bahan penyalut maltodekstrin-susu skim dengan perbandingan 19,2 : 0,8% menghasilkan efisiensi mikrokapsul sebesar 44,51%. Teknik ultrasonikasi dilaporkan menghasilkan stabilitas panas yang tinggi, seperti pada penelitian dari Gong *et al.* (2020) bahwa enkapsulasi sinamaldehyd menggunakan teknik ultrasonik dengan bahan penyalut kitosan dan pektin menghasilkan mikrokapsul dengan kestabilan dalam panas yang tinggi, namun kekurangannya yaitu rasa kayu manis menjadi lebih rendah. Teknik pengeringan semprot juga dilaporkan memiliki stabilitas cahaya dan panas pada mikrokapsul antosianin serta memiliki bioaksesibilitas yang sangat baik dalam pencernaan (Zhang *et al.*, 2020).

Mikrokapsul yang akan diaplikasikan dalam produk minuman fungsional harus memiliki kelarutan atau solubilitas yang tinggi, karena kelarutan merupakan parameter yang berkaitan dengan larutnya bahan pada produk akhir minuman. Rasio bahan penyalut dan sifat kelarutan bahan penyalut berpengaruh terhadap nilai kelarutan mikrokapsul, menurut Safithri dkk. (2020) menurunnya kelarutan mikrokapsul disebabkan banyaknya minyak atsiri dalam mikrokapsul dan adanya partikel yang berkumpul sehingga luas permukaan mikrokapsul rendah. Maka dari itu, ukuran partikel dari mikrokapsul yang

dihasilkan harus diperhatikan. Bahan penyalut yang mudah terjadi agregasi seperti pati akan membuat ukuran mikrokapsul menjadi lebih besar (Nugraheni dkk., 2015). Ukuran globula partikel yang kecil dihasilkan dari emulsi yang memiliki konsentrasi tinggi, namun jika terlalu tinggi maka granula yang terbentuk akan tidak seragam. Jika konsentrasi emulsi rendah maka morfologi globula yang dihasilkan akan berpori (Nurhayani dkk., 2020). Teknologi mikroenkapsulasi diketahui menghasilkan stabilitas senyawa bioaktif yang baik pada penyimpanan yang lama, seperti penelitian yang dilaporkan oleh Brito de Souza *et al.* (2020) bahwa mikropartikel yang mengandung proantosianidin memiliki kestabilan lebih dari 82% setelah penyimpanan selama 90 hari pada suhu 37°C. Hasil penelitian yang sama menyatakan bahwa proantosianidin dalam mikropartikel yang disimpan selama 90 hari memiliki nilai retensi hampir 100% (Ostroschi *et al.*, 2018).

Tantangan terbesar dalam pengaplikasian kayu manis dalam produk minuman fungsional adalah adanya rasa *bitter* dan *astringency* pada kayu manis. Namun dengan adanya teknologi mikroenkapsulasi dapat menjawab tantangan tersebut, berdasarkan hasil penelitian dari Brito de Souza *et al.* (2020) menyatakan bahwa sediaan ekstrak kayu manis yang diolah menjadi mikropartikel dengan bahan penyalut *Solid Lipid Microparticle* (SLM) yang menggunakan teknik *spray chilling* dapat menghilangkan sensasi *astringency* dan rasa pahit yang diberikan oleh senyawa proantosianidin dan polifenol dalam kayu manis. Terdapat penelitian sebelumnya dari de Souza *et al.* (2018) yang mendukung pernyataan bahwa sediaan mikroenkapsulasi dapat mengurangi sensasi *astringency* dari kayu manis.

### ***Aplikasi Sediaan Kayu Manis dalam Minuman Fungsional Antidiabetes***

Minuman fungsional dapat dikonsumsi secara berkala dalam diet sehari-hari untuk memenuhi kebutuhan gizi dan memberi efek kesehatan yang optimal (Goldberg, 1994). Seiring dengan meningkatnya kesadaran akan pentingnya gaya hidup yang sehat, minuman fungsional kini telah berkembang dengan pesat pada sektor pangan karena memiliki potensi sebagai pencegah dan penyembuh penyakit diabetes yang semakin banyak penderitanya di seluruh dunia. Tercatat pada tahun 2014 saja minuman fungsional telah tumbuh secara luas sebesar 7,8% hingga mencapai nilai \$70.182,8 juta (Naumovski *et al.*, 2020). Pemasaran minuman fungsional secara global kini mencapai sebesar \$108,88 miliar pada tahun 2020, diperkirakan akan mencapai \$120,28 miliar pada tahun 2021, dan akan tumbuh pesat sebesar 10,49% mencapai \$198,12 miliar pada tahun 2026 (Globe Newswire, 2021). Formulasi minuman fungsional dimulai dari pemilihan campuran bahan baku dan bahan tambahan, metode pengolahan, dan interaksi antar bahan yang cukup kompleks (Naumovski *et al.*, 2020). Formulasi pada minuman fungsional merupakan bagian utama dalam produksi yang harus diperhatikan agar cita rasa yang dihasilkan dapat diterima konsumen dan menghasilkan bioaktivitas yang baik bagi kesehatan. Sediaan bahan kayu manis yang biasa digunakan dalam formulasi minuman fungsional adalah bubuk, ekstrak, dan mikroenkapsulasi. Umumnya sediaan ekstrak dan

mikroenkapsulasi diaplikasikan sebagai bahan baku atau tambahan dalam formulasi minuman fungsional.

Kayu manis bubuk dapat dijadikan sebagai bahan baku dalam formulasi minuman fungsional. Teh kayu manis merupakan metode pengolahan yang mudah dan cukup efektif dalam memberikan pengaruh yang baik dalam mengurangi glukosa darah. Seperti pada penelitian dari Bernardo *et al.* (2015) yang mengolah teh kayu manis bubuk dengan cara menyeduh 6 g dalam 100 ml air, larutan didiamkan selama 24 jam lalu dipanaskan pada suhu 100°C selama 30 menit. Teh kayu manis tersebut diberikan kepada subjek yang tidak menderita diabetes, hasil penelitian melaporkan bahwa pemberian teh kayu manis memberikan efek hipoglikemik yaitu dapat menurunkan kadar glukosa darah pada masa *postprandial* atau level glukosa pada 2 jam setelah pemberian. Pemberian teh kayu manis bubuk dapat menurunkan kadar glukosa dalam darah dan meningkatkan kadar insulin pada orang dengan penderita diabetes melitus tipe 2 (Verdini *et al.*, 2017). Konsumsi kayu manis bubuk terbukti aman dan tidak ditemukan toksisitas pada berbagai organ dalam tubuh, pernyataan tersebut dilaporkan oleh Safithri *et al.* (2012) bahwa konsumsi kayu manis bubuk yang dikombinasikan dengan daun sirih merah berturut-turut seberat 20 g : 10 g dalam 200 ml air yang dididihkan tidak terjadi perubahan pada histopatologis dan biokimia pada darah. Minuman fungsional kayu manis diklaim sebagai minuman yang kaya akan senyawa polifenol karena terbukti dalam penelitian dari Helal *et al.* (2014) bahwa bioaksesibilitas polifenol dalam pencernaan pada kayu manis sebanyak 4 gram yang diseduh 200 ml air mendidih dapat meningkat dengan hasil 79,9%, senyawa yang memiliki aksesibilitas yang tinggi yaitu kaempferol dan sinamaldehyd yang merupakan senyawa utama dalam aktivitas antidiabetes. Penelitian tersebut didukung oleh pernyataan dari Helal dan Tagliazucchi (2018) bahwa penambahan kayu manis bubuk dalam produk yogurt mampu meningkatkan total senyawa fenolik sebesar 34,7% dan merupakan minuman fungsional yang kaya akan polifenol dengan bioaksesibilitas yang tinggi dan memiliki stabilitas yang baik dalam pencernaan, di mana bioaksesibilitas senyawa polifenol yang tinggi dalam pencernaan memiliki potensi yang tinggi dalam memberikan efek biologis dalam aktivitas antidiabetes.

Penambahan kayu manis bubuk dalam formulasi minuman fungsional dengan kombinasi bahan lain diketahui dapat meningkatkan senyawa fitokimia, seperti pada penelitian dari Yasir dkk. (2019) yang mengkombinasikan teh daun binahong dengan kayu manis dengan konsentrasi 40% dilaporkan meningkatkan senyawa fitokimia alkaloid, saponin, flavonoid, steroid, triterpenoid, dan fenolik yang merupakan senyawa yang berperan dalam aktivitas antidiabetes serta dapat meningkatkan cita rasa, aroma, dan warna yang lebih disukai oleh panelis namun masih terdapat rasa *astringency* dari kayu manis. Namun, penelitian dari Nurminabari (2019) melaporkan bahwa penggunaan kayu manis bubuk dalam formulasi fungsional teh daun sukun tidak berpengaruh terhadap aktivitas antioksidan dan organoleptik, namun dapat meningkatkan warna menjadi kuning kecoklatan akibat adanya senyawa sinamaldehyd. Kayu manis bubuk yang diseduh atau dipanaskan langsung dengan air harus diperhatikan waktu dan suhu penyeduhan, hal tersebut akan mempengaruhi stabilitas senyawa bioaktif, warna, dan aroma minuman

fungsional (Dewata dkk., 2017). Dari berbagai studi yang telah dipublikasikan mengenai sediaan kayu manis bubuk dalam minuman fungsional dapat diketahui bahwa sediaan bubuk mampu memberikan aktivitas antidiabetes pada orang penderita diabetes melitus tipe 2 dan orang non-diabetes, memiliki bioaksesibilitas polifenol yang baik, sifat organoleptik warna dan aroma yang baik tetapi rasa *astringency* kayu manis masih terasa.

Minuman fungsional dengan sediaan ekstrak kayu manis telah dilaporkan oleh Umam dan Firdaus (2020) yang mengkombinasikan *Sargassum sp.* dan *C. xanthorrhiza* dengan ekstrak kayu manis sebesar 12,773% mampu meningkatkan aktivitas inhibitor  $\alpha$ -glukosidase dan total polifenol dalam formulasi minuman fungsional. Penambahan ekstrak kayu manis dalam minuman fungsional berpengaruh nyata terhadap organoleptik produk seperti rasa dan warna produk, seperti pada penelitian yang dilaporkan oleh Ismiarti dan Rohmat (2021) bahwa penambahan ekstrak kayu manis dalam minuman fungsional susu pasteurisasi menurunkan penerimaan konsumen dari segi warna karena adanya perubahan warna produk menjadi kuning kecoklatan pekat yang diakibatkan oleh kandungan sinamaldehyd dalam ekstrak, aroma yang lebih disukai, dan penambahan ekstrak kayu manis juga berpengaruh nyata terhadap rasa yang menjadi agak pedas sehingga kurang disukai. Minuman fungsional dengan sediaan ekstrak kayu manis jika dibandingkan dengan sediaan bubuk dapat diketahui bahwa aplikasi ekstrak kayu manis dalam produk minuman fungsional belum banyak diteliti, belum ditemukan penelitian mengenai pengaruh produk minuman dengan sediaan ekstrak kayu manis terhadap aktivitas antidiabetes. Namun dengan adanya hasil bahwa ekstrak dalam minuman fungsional memberikan aktivitas inhibitor  $\alpha$ -glukosidase, maka sediaan ini berpotensi untuk diaplikasikan lebih lanjut dalam produk minuman fungsional yang menghasilkan aktivitas antioksidan. Sifat organoleptik rasa memiliki persamaan dengan minuman fungsional sediaan bubuk, namun terdapat perbedaan dari segi warna yang lebih pekat dan aroma yang lebih kuat.

Kelompok pasar yang dituju produk minuman fungsional merupakan konsumen yang sebagian besar tertarik pada nutrisi yang terkandung dalam sebuah produk, namun banyak senyawa bioaktif dalam bahan yang tidak stabil jika dilakukan pengolahan seperti adanya proses pemanasan dan pengadukan. Maka dari itu, inovasi untuk menjaga nutrisi bahan aktif dalam produk terus berkembang. Mikroenkapsulasi menjadi salah satu teknologi sediaan bahan yang sangat efektif dalam menjaga senyawa bioaktif sampai pada tahap pencernaan dan meningkatkan stabilitas dalam pengaplikasiannya (Brito de Souza *et al.*, 2020). Senyawa polifenol dalam ekstrak kayu manis yang diolah menjadi sediaan nanoenkapsulasi dilaporkan memiliki stabilitas yang sangat baik terhadap pemanasan, dengan adanya perlakuan kontak panas pada suhu 90°C selama 20 menit senyawa polifenol masih menghasilkan retensi yang sangat baik (Muhammad *et al.*, 2020). Bahan penyalut dalam teknologi enkapsulasi yang digunakan mampu menahan dan melindungi senyawa aktif bahan dari degradasi (Ostroschi *et al.*, 2018), sehingga adanya stabilitas yang sangat baik selama proses pengolahan sampai dikonsumsi dan masuk ke dalam tubuh menghasilkan bioaktivitas maka teknologi ini mampu dijadikan sebagai teknik pengolahan sediaan bahan terbaik dalam produk minuman fungsional.

Sediaan kayu manis mikroenkapsulasi hasil penelitian Holkem *et al.* (2020) melaporkan bahwa mikroenkapsulasi proantosianidin kayu manis dalam minuman sari tebu dapat mempertahankan kadar total fenolik dan proantosianidin yang tinggi namun viskositas minuman menjadi berubah dan kurang diterima dari segi warna secara visual. Namun, kelebihan minuman fungsional dengan sediaan mikroenkapsulasi dapat mengurangi rasa *astringency* dari kayu manis sehingga lebih dapat diterima. Hasil penelitian yang sama dilaporkan oleh Safithri dkk. (2020) bahwa minuman fungsional dengan bahan nanoenkapsulasi dapat menurunkan aroma dan rasa *bitter* produk, namun dalam penelitian ini warna produk dari bahan nanoenkapsulasi dapat diterima dan berwarna cerah karena kecilnya partikel senyawa dalam nanoenkapsulasi. Aplikasi sediaan enkapsulasi masih belum banyak diteliti seperti pada sediaan ekstrak, minimnya penelitian mengenai produksi minuman fungsional dengan sediaan enkapsulasi dimungkinkan karena proses produksi yang cukup kompleks dan tidak mudah untuk dilakukan, serta biaya yang dikeluarkan lebih besar dibandingkan dengan sediaan bubuk atau ekstrak. Namun dari kemampuannya dalam menjaga senyawa bioaktif serta bioaksesibilitasnya yang baik dalam pencernaan, serta memiliki stabilitas yang baik dalam pemanasan dan cahaya pada senyawa bioaktif yang terkandung maka sediaan mikroenkapsulasi ini memiliki potensi yang cukup besar sebagai bahan dalam formulasi minuman fungsional antidiabetes. Ketiga sediaan kayu manis baik bubuk, ekstrak, dan enkapsulasi masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut di masa mendatang mengenai formulasi bahan, proses produksi yang tepat dalam menciptakan produk yang efektif menghasilkan dalam aktivitas antidiabetes, stabilitas senyawa bioaktif sediaan setelah proses pengolahan minuman, bioavailabilitas produk minuman dari ketiga sediaan untuk mengetahui potensi senyawa bioaktif dalam mencapai target pengobatan, dan sifat organoleptik produk minuman fungsional yang dapat diterima oleh konsumen.

## KESIMPULAN

Minuman fungsional kayu manis memiliki sifat bioaktif antidiabetes dengan mekanisme sebagai inhibitor  $\alpha$ -glukosidase dan amilase, menghambat pencernaan pati, memodulasi respons dan sensitivitas insulin, serta menurunkan insulin resisten. Mengonsumsi minuman fungsional kayu manis menghasilkan efek positif dalam menurunkan glukosa darah baik pada penderita diabetes maupun non-diabetes. Senyawa utama yang berperan dalam aktivitas antidiabetes yaitu sinamaldehyd dan senyawa golongan fenolik. Selain itu terdapat senyawa lain seperti asam sinamat, proantosianidin, dan polifenol yang memiliki peran dalam aktivitas antidiabetes dalam kayu manis. Sediaan bahan kayu manis yang dapat diaplikasikan dalam formulasi minuman fungsional yaitu bubuk, ekstrak, dan enkapsulasi. Sediaan bubuk dapat dibuat dengan ukuran 60 *mesh*, sediaan ekstrak dengan ekstraksi metode maserasi menggunakan pelarut etanol, dan sediaan enkapsulasi dapat dibuat dengan metode koaservasi kompleks. Sediaan bubuk dan ekstrak dalam minuman fungsional menghasilkan warna dan aroma

yang baik, namun sensasi *astringency* khas kayu manis masih terasa. Minuman fungsional teh kayu manis dengan sediaan bubuk memiliki aksesibilitas yang baik dan telah terbukti secara klinis dapat menurunkan kadar glukosa darah pada masa *postprandial*. Sediaan enkapsulasi memiliki kelebihan dalam stabilitas, bioaktivitas, dan mengurangi rasa *astringency*. Ketiga sediaan dalam minuman fungsional kayu manis diketahui dapat menurunkan kadar glukosa darah sehingga berpotensi untuk dikembangkan sebagai formulasi minuman fungsional yang berperan dalam pencegahan serta pengobatan alternatif antidiabetes.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abbas, A. 2020. Potensi Pangan Fungsional Dan Perannya Dalam Meningkatkan Kesehatan Manusia Yang Semakin Rentan—Mini Review. *Teknosains: Media Informasi Sains Dan Teknologi*, 14(2), pp. 176– 186. doi: 10.24252/teknosains.v14i2.14319.
- Akbar, C. I., Arini, F. A., & Fauziah, A. 2019. Teh Rambut Jagung dengan Penambahan Daun Stevia sebagai Alternatif Minuman Fungsional Bagi Penderita Diabetes Melitus Tipe 2. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 8(2), pp. 67–73. doi: 10.17728/jatp.3122.
- Akdeniz, B., Sumnu, G., & Sahin, S. 2017. The Effects of Maltodextrin and Gum Arabic on Encapsulation of Onion Skin Phenolic Compounds. *Chemical Engineering Transactions*, 57, pp. 1891–1896. doi: 10.3303/CET1757316.
- Al-samydai, A. & Al-mamoori, F. 2018. Anti – Diabetic Activity of Cinnamon : A Review', (August), pp. 41–44.
- Amila, A., Sembiring, E., & Aryani, N. 2021. Deteksi Dini Dan Pencegahan Penyakit Degeneratif Pada Masyarakat Wilayah Mutiara Home Care. *Jurnal Kreativitas Pengabdian Kepada Masyarakat (Pkm)*, 4(1), pp. 102–112. doi: 10.33024/jkpm.v4i1.3441.
- Anal, A. K., Jaisanti, S., & Noomhorm, A. 2014. Enhanced *yield* of phenolic extracts from banana peels (*Musa acuminat a Colla AAA*) and cinnamon barks (*Cinnamomum varum*) and their antioxidative potentials in fish oil', 51(October), pp. 2632–2639. doi: 10.1007/s13197-012-0793-x.
- Anjani, T. Z., Suhaema., Lutfiyah, F., & Sulendri, N. K. S. 2019. Pengaruh Pemberian Minuman Fungsional Terhadap Penurunan Kadar Glukosa darah Puasa Pada Penderita Diabetes Melitus. *Jurnal Gizi Prima (Prime Nutrition Journal)*, 4(2), p. 114. doi: 10.32807/jgp.v4i2.140.
- Antasionasti, I. & Jayanto, I. 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), p. 38. doi: 10.24843/jfu.2021.v10.i01.p05.
- Arjun, P., Shivesh, J., & Alakh N, S. 2009. Antidiabetic activity of aqueous extract of *Eucalyptus citriodora* Hook in alloxan induced diabetic rats. *Pharmacognosy Magazine*, 5(19 SUPPL.), pp. 51–54.
- Bakry, A. M., Abbas, S., Ali, B., Majeed, H., Abouelwafa, M. Y., Mousa, A., & Liang, Li. 2016. Microencapsulation of Oils: A Comprehensive Review of Benefits, Techniques, and Applications. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 15(1), pp. 143–182. doi: 10.1111/1541- 4337.12179.
- Bayindir, S., Caglayan, C., Karaman, Muhammet, & Gülcin, İ. 2019. The green synthesis and molecular docking of novel N-substituted rhodanines as effective inhibitors for carbonic anhydrase and acetylcholinesterase enzymes. *Bioorganic Chemistry*, 90(May). doi: 10.1016/j.bioorg.2019.103096.
- Behbahani, B. A., Falah, F., Arab, F., Vasiee, M., & Yazdi, F. T. 2020. Antiproliferative Activities of *Cinnamomum zeylanicum* Bark Essential Oil. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2020, pp. 1–8.
- Beji, R. S., Khemir, S., Wannas, W. A., Ayari, K., & Ksouri, R. 2018. Antidiabetic, antihyperlipidemic and antioxidant influences of the spice cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) in experimental rats. *Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 54(2), pp. 2–9. doi: 10.1590/s2175-97902018000217576.
- Bernardo, M. A., Silva, M. L., Santos, E., Moncada, M. M., Brito, J., Proença, L., Singh, J., & Mesquita, M. F. D. 2015. Effect of Cinnamon Tea on Postprandial Glucose Concentration. *Journal of Diabetes Research*, 2019, pp. 1–6. doi: 10.1096/fasebj.24.1\_supplement.564.21.
- Bhebhe, M., Fuller, T. N., Chipurura, B., & Muchuweti, M. 2016. Effect of Solvent Type on Total Phenolic Content and Free Radical Scavenging Activity of Black Tea and Herbal Infusions. *Food Analytical Methods*, 9(4), pp. 1060–1067. doi: 10.1007/s12161-015-0270-z.
- Brito de Souza, V., Thomazini, M., Chaves, I. E., Ferro-Furtado, R., & Favaro-Trindade, C. S. 2020. Microencapsulation by complex coacervation as a tool to protect bioactive compounds and to reduce astringency and strong flavor of vegetable extracts. *Food Hydrocolloids*. Elsevier Ltd, 98, p. 105244. doi: 10.1016/j.foodhyd.2019.105244.
- Brodowska, K. M., Brodowska, A. J., Śmigielski, K., & Łodyga-chruścińska, E. 2016. Antioxidant profile of essential oils and extracts of cinnamon bark (*Cinnamomum cassia*). *European Journal of Biological Research*, 6(4), pp. 310–316.

- Cahyana, Y. & Adiyanti, T. 2021. Review: Flavonoids as antidiabetic agents. *Indonesian Journal of Chemistry*, 21(2), pp. 512–526. doi: 10.22146/ijc.58439.
- Chen, G., Sun, F., Wang, S., Wang, W., Dong, J., & Gao, F. 2021. Enhanced extraction of essential oil from *Cinnamomum cassia* bark by ultrasound assisted hydrodistillation. *Chinese Journal of Chemical Engineering*, 36, pp. 38–46. doi: 10.1016/j.cjche.2020.08.007.
- Chen, P., Sun, J., & Ford, P. 2014. Differentiation of the four major species of cinnamons (*C. burmannii*, *C. verum*, *C. cassia*, and *C. loureiroi*) using a flow injection mass spectrometric (FIMS) fingerprinting method. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 62(12), pp. 2516–2521. doi: 10.1021/jf405580c.
- Choi, O., Cho, S. K., Kim, J., Park, C. G., & Kim, J. 2016. In vitro antibacterial activity and major bioactive components of *Cinnamomum verum* essential oils against cariogenic bacteria, *Streptococcus mutans* and *Streptococcus sobrinus*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*. Elsevier B.V., 6(4), pp. 308– 314. doi: 10.1016/j.apjtb.2016.01.007.
- D'Adamo, C. R., McArdle, P. F., Balick, L., Peisach, E., Ferguson, Tj., Diehl, A., Bustad, K., Bowden, B., Pierce, B. A., & Berman, B. M. 2016. Spice MyPlate: Spice MyPlate: Nutrition Education Focusing Upon Spices and Herbs Improved Diet Quality and Attitudes Among Urban High School Students. *American Journal of Health Promotion*, 30(5), pp. 346–356. doi: 10.1177/0890117116646333.
- Daker, M., Lin, V. Y., Akowuah, G. A., Yam, M. F., & Ahmad, M. 2013. Inhibitory effects of *Cinnamomum burmannii* Blume stem bark extract and trans-cinnamaldehyde on nasopharyngeal carcinoma cells; synergism with cisplatin. *Experimental and Therapeutic Medicine*, 5(6), pp. 1701–1709. doi: 10.3892/etm.2013.1041.
- de Souza, V. B., Thomazini, M., Echalar Barrientos, M. ., Nalin, C. M., Ferro-Furtado, R., Genovese, M. I., & Favaro-Trindade, C. S. 2018. Functional properties and encapsulation of a proanthocyanidin-rich cinnamon extract (*Cinnamomum zeylanicum*) by complex coacervation using gelatin and different polysaccharides. *Food Hydrocolloids*, 77, pp. 297–306. doi: 10.1016/j.foodhyd.2017.09.040.
- Dewata, I. P., Wipradyadewi, P. A. S., & Widarta, I. W. R. 2017. Pengaruh Suhu dan Lama Penyeduhan Terhadap Aktivitas Antioksidan dan Sifat Sensoris Teh herbal Herbal Daun Alpukat (*Persea americana* Mill). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Pangan*, 6(2), pp. 30–39.
- Dvorackova, E., Snoblova, M., Chromcova, L., & Hrdlicka, P. 2015. Effects of extraction methods on the phenolic compounds contents and antioxidant capacities of cinnamon extracts. *Food Science and Biotechnology*, 24(4), pp. 1201–1207. doi: 10.1007/s10068-015-0154-4.

- Fink, A. 2014. Conducting Research Literature Reviews: From the Internet to Paper. *Thousand Oaks, CA: Sage*, 20(4), pp. 41–43. doi: <https://doi.org/10.1002/nha3.10270>.
- Globe Newswire. 2021. *Global Functional Beverage Market Research Report (2021 to 2026) - by Product Type, Distribution and Region, Research and Markets*. Available at: <https://www.globenewswire.com/news-release/2021/10/26/2320389/28124/en/Global-Functional-Beverage-Market-Research-Report-2021-to-2026-by-Product-Type-Distribution-and-Region.html>, Accessed: 6 December 2021.
- Gong, C., Lee, M. C., Godec, M., Zhang, Z., & Abbaspourrad, A. 2020. Ultrasonic encapsulation of cinnamon flavor to impart heat stability for baking applications. *Food Hydrocolloids*. Elsevier Ltd, 99(August 2019), p. 105316. doi: 10.1016/j.foodhyd.2019.105316.
- Gulcin, I., Kaya, R., Goren, A. C., Akincioglu, H., Topal, M., Bingol, Z., Cetin Çakmak, K., Ozturk Sarikaya, S. B., Durmaz, L., & Alwasel, S. 2019. Anticholinergic, antidiabetic and antioxidant activities of cinnamon (*cinnamomum verum*) bark extracts: polyphenol contents analysis by LC-MS/MS. *International Journal of Food Properties*. Taylor & Francis, 22(1), pp. 1511–1526. doi: 10.1080/10942912.2019.1656232.
- Gülçin, I., Elmastaş, M., & Aboul-Enein, H. Y. 2012. Antioxidant activity of clove oil - A powerful antioxidant source. *Arabian Journal of Chemistry*, 5(4), pp. 489–499. doi: 10.1016/j.arabjc.2010.09.016.
- Guo, J., Yang, R., Gong, Y., Hu, K., Hu, Y., & Song, F. 2021. Optimization and evaluation of the ultrasound- enhanced subcritical water extraction of cinnamon bark oil. *Lwt*. Elsevier Ltd, 147(February), p. 111673. doi: 10.1016/j.lwt.2021.111673.
- Gutierrez, J. L., Bowden, R. G., & Willoughby, D. S. 2016. Cassia Cinnamon Supplementation Reduces Peak Blood Glucose Responses but Does Not Improve Insulin Resistance and Sensitivity in Young, Sedentary, Obese Women. *Journal of Dietary Supplements*, 13(4), pp. 461–471. doi: 10.3109/19390211.2015.1110222.
- Hamzah, D. F. 2019. Analisis Penggunaan Obat Herbal Pasien Diabetes Mellitus Tipe Ii Di Kota Langsa. *JUMANTIK (Jurnal Ilmiah Penelitian Kesehatan)*, 4(2), p. 168. doi: 10.30829/jumantik.v4i2.5057.
- Hayward, N. J., McDougall, G. J., Farag, S., Allwood, J. W., Austin, C., Campbell, F., Horgan, G. and Ranawana, V. (2019) ‘Cinnamon Shows Antidiabetic Properties that Are Species-Specific: Effects on Enzyme Activity Inhibition and Starch Digestion’, *Plant Foods for Human Nutrition*. *Plant Foods for Human Nutrition*, 74(4), pp. 544–552. doi: 10.1007/s11130-019-00760-8.

- Helal, A., Tagliazucchi, D., Verzelloni, E. and Conte, A. (2014) 'Bioaccessibility of polyphenols and cinnamaldehyde in cinnamon beverages subjected to in vitro gastro-pancreatic digestion', *Journal of Functional Foods*. Elsevier Ltd, 7, pp. 506–516. doi: 10.1016/j.jff.2014.01.005.
- Helal, A. and Tagliazucchi, D. (2018) 'Impact of in-vitro gastro-pancreatic digestion on polyphenols and cinnamaldehyde bioaccessibility and antioxidant activity in stirred cinnamon-fortified yogurt', *Lwt*. Elsevier, 89, pp. 164–170. doi: 10.1016/j.lwt.2017.10.047.
- Hicham Boughendjioua, S. D. (2018) 'Study of The Organoleptic and Physicochemical Properties of Cinnamon Essential Oil (*Cinnamomum zeylanicum*).', *American Journal of Life Science Researches*, 6(3), pp. 123–130.
- Holkem, A. T., Neto, E. J. S., Nakayama, M., Souza, C. J. F., Thomazini, M., Gallo, F. A., da Silva, M. P., deQueiroz Bomdespacho, L., Luciano, C G., Moraes, I. C. F., Petrus, R. R. and Favaro-Trindade, C. S. (2020) 'Sugarcane Juice with Co-encapsulated *Bifidobacterium animalis* subsp. *lactis* BLC1 and Proanthocyanidin-Rich Cinnamon Extract', *Probiotics and Antimicrobial Proteins*. Probiotics and Antimicrobial Proteins, 12(3), pp. 1179–1192. doi: 10.1007/s12602-019-09605-x.
- IDF. 2019. *IDF DIABETES ATLAS Ninth edition 2019*, International Diabetes Federation. doi: 10.1016/S0140-6736(55)92135-8.
- IDF. 2021. *IDF Diabetes Atlas 6th*, International Diabetes Federation.
- Idris, H. & Mayura, E. 2019. *TEKNOLOGI BUDIDAYA DAN PASCA PANEN KAYU MANIS (Cinnamomum burmanii)*. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat Pusat Penelitian dan Pengembangan Perkebunan. Bogor.
- Intan, K., Diani, A., & Nurul, A. S. R. 2021. Aktivitas Antibakteri Kayu Manis (*Cinnamomum burmanii*) terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. *Jurnal Kesehatan Perintis*, 8(2), pp. 121–127.
- Isbill, J., Kandiah, J., & Kružliaková, N. 2020. Opportunities for Health Promotion: Highlighting Herbs and Spices to Improve Immune Support and Well-being. *Integrative medicine (Encinitas, Calif.)*, 19(5), pp. 30–42.
- Ismiarti, I. & Rohmat, N. 2021. Pengaruh Penambahan Ekstrak Kayu Manis (*Cinnamomum burmannii*) Terhadap Total Padatan, Kesegaran, Dan Sensoris Susu Pasteurisasi. *Buletin Peternakan Tropis*, 2(1), pp. 9–14. doi: 10.31186/bpt.2.1.9-14.
- Kawatra, P. & Rajagopalan, R. 2015. Cinnamon: Mystic powers of a minute ingredient. *Pharmacognosy Research*, 7, pp. S1–S6. doi: 10.4103/0974-8490.157990.

- Kazeem, M. I. & Davies, T. C. 2016. Anti-diabetic functional foods as sources of insulin secreting, insulin sensitizing and insulin mimetic agents. *Journal of Functional Foods*. Elsevier Ltd, 20, pp. 122–138. doi: 10.1016/j.jff.2015.10.013.
- Kew-POTW. 2019. *Cinnamomum Schaeff.*, *Plant of the WORLD Online*. Available at: <https://powo.science.kew.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:328262-2> (Accessed: 27 February 2022).
- Khan, A., Safdar, M., Ali Khan, M. M., Khattak, K. N., & Anderson, R. A. 2003. Cinnamon Improves Glucose and Lipids of People with Type 2 Diabetes. *Diabetes Care*, 26(12), pp. 3215–3218. doi: 10.2337/diacare.26.12.3215.
- Khasnavis, S. & Kalipada, P. 2012. Sodium Benzoate, a Metabolite of Cinnamon and a Food Additive, Upregulates Neuroprotective Parkinson Disease Protein DJ-1 in Astrocytes and Neurons. *J Neuroimmune Pharmacol*, 7(2), pp. 424–435. doi: 10.1007/s11481-011-9286-3.
- Kim, S. H., Hyun, S. H., & Choung, S. Y. 2006. Anti-diabetic effect of cinnamon extract on blood glucose in db/db mice. *Journal of Ethnopharmacology*, 104(1–2), pp. 119–123. doi: 10.1016/j.jep.2005.08.059.
- Kizilaslan, N. & Erdem, N. Z. 2019. The Effect of Different Amounts of Cinnamon Consumption on Blood Glucose in Healthy Adult Individuals. *International Journal of Food Science*. Hindawi, 2019, pp. 1–9. doi: 10.1155/2019/4138534.
- Medagama, A. B. 2015. The glycaemic outcomes of Cinnamon, a review of the experimental evidence and clinical trials. *Nutrition Journal*. *Nutrition Journal*, 14(1), pp. 1–12. doi: 10.1186/s12937-015-0098-9.
- Muhammad, D. R. A., Sedaghat Doost, A., Gupta, V., bin Sintang, M. D., Van de Walle, D., Van der Meeren, P., & Dewettinck, K. 2020. Stability and functionality of xanthan gum–shellac nanoparticles for the encapsulation of cinnamon bark extract. *Food Hydrocolloids*. Elsevier Ltd, 100(October 2018), p. 105377. doi: 10.1016/j.foodhyd.2019.105377.
- Nardiah, Rizwana, J., Nazlina, I., Mohd Razehar, A. R., Siti Noraziah, A. Z., Ling, C. Y., Shariffah Muzaimah, S. A., Farina, A. H., Yaacob, W. A., Ahmad, I. B., & Din, L. B. 2010. A survey on phytochemical and bioactivity of plant extracts from Malaysian forest reserves. *Journal of Medicinal Plants Research*, 4(3), pp. 203–210.
- Naumovski, N., Mellor, D. D., & Ranadheera, C. S. 2020. Functional beverages, from idea to functionality. *Beverages*, 6(4), pp. 1–4. doi: 10.3390/beverages6040071.
- Noviantari, N. P., Suhendra, L., & Wartini, N. M. 2017. Pengaruh Ukuran Partikel Bubuk dan Konsentrasi Pelarut Aseton terhadap Karakteristik Ekstrak Warna Sargassum Polycystum. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 5(3), pp. 102–112.

- Nugraheni, A., Yunarto, N., & Sulistyanningrum, N. 2015. Optimasi Formula Mikroenkapsulasi Ekstrak Rimpang Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.) dengan Penyalut Berbasis Air. *Jurnal Kefarmasian Indonesia*, 5(2), pp. 98–105. doi: 10.22435/jki.v5i2.4404.98-105.
- Nurhayani, M., Rohmawati, A. dan Kurniasari, L. (2020) ‘MIKROENKAPSULASI OLEORESIN KAYU MANIS (*Cinnamomum burmannii*) METODE SPRAY DRYING DENGAN PENYALUT MALTODEXTRIN – SUSU SKIM’, *Inovasi Teknik Kimia*, 5(1), pp. 12–16.
- Nurminabari, I. S. 2019. PENGARUH PERBANDINGAN SERBUK KAYU MANIS (*Cinnamomum burmannii*) DENGAN CENGKEH (*Syzygium aromaticum* L.) DAN KONSENTRASI GULA STEVIA (*Stevia rebaudiana* B.) TERHADAP KARAKTERISTIK TEH CELUP DAUN MENGGUDU (*Morinda citrifolia* L.). *Pasundan Food Technology Journal*, 6(1), p. 18. doi: 10.23969/pftj.v6i1.1504.
- Okoli, C. & Schabram, K. 2011. A Guide to Conducting Literature Review of Information System Research. *Communications of the Association for Information System*, 37(43), pp. 879–910.
- Ostroschi, L. C., Brito de Souza, V., Echalar-Barrientos, M. A., Tulini, F. L., Comunian, T. A., Thomazini, M., Baliero, J. C. C., Roudaut, G., Genovese, M. I., & Favaro-Trindade, C. S. 2018. Production of spray-dried proanthocyanidin-rich cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum*) extract as a potential functional ingredient: Improvement of stability, sensory aspects and technological properties. *Food Hydrocolloids*. Elsevier Ltd, 79, pp. 343–351. doi: 10.1016/j.foodhyd.2018.01.007.
- Othman, Z. S., Maskat, M. Y., & Hassan, N. H. 2020. Optimization of Cinnamaldehyde Extraction and Antioxidant Activity of Ceylon Cinnamon Extract. *Sains Malaysiana*, 49(5), pp. 995–1002.
- Plumeriastuti, H., Budiastuti., Efendi, M. H., & Budiarto. 2019. Identification of bioactive compound of the essential oils of *Cinnamomum burmannii* from several areas in Indonesia by gas chromatography-mass spectrometry method for antidiabetic potential. *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology*, 9(0), p. 1. doi: 10.5455/njppp.2019.9.1236702022019.
- Purbowatingrum, Ngadiwiyana, Fachriyah, E., Ariestiani, B. and Khikmah. (2018) ‘Antidiabetic activity from cinnamaldyde encapsulated by nanochitosan’, IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 349(1). doi: 10.1088/1757-899X/349/1/012048.
- Putri, A. & Rusli, M. S. 2020. Enkapsulasi Campuran Minyak Atsiri sebagai Produk Sediaan Aromaterapi dengan Teknik Koaservasi Kompleks. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(3), pp. 299–307. doi: 10.24961/j.tek.ind.pert.2020.30.3.299.

- Rachmawati, S. R. & Suriawati, J. 2019. CHARACTERIZATION OF MORINGA ( *Moringa oleifera* Lam.) LEAF WATER EXTRACTS BY CHEMICAL AND MICROBIOLOGY Jurusan Analisa Farmasi dan Makanan Poltekkes Kemenkes Jakarta II Jl Raya Ragunan No . 29 C , Pasar Minggu , Jakarta Selatan . 12540 Email : sitirahayu. *SANITAS: Jurnal Teknologi dan Seni Kesehatan*, 10(2), pp. 102–116.
- Rao, P. V. & Gan, S. H. 2014. Cinnamon: A multifaceted medicinal plant. *Evidence-based Complementary and Alternative Medicine*, 2014. doi: 10.1155/2014/642942.
- Reppi, N. B., Mambo, C., & Wuisan, J. 2016. Uji efek antibakteri ekstrak kulit kayu manis (*Cinnamomum burmannii*) terhadap *Escherichia coli* dan *Streptococcus pyogenes*. *Jurnal e-Biomedik*, 4(1). doi: 10.35790/ebm.4.1.2016.12204.
- Roswiem, A. P., Anggriawan, M. B., & Nurcholis, W. 2015. Potensi Ekstrak Air Dan Etanol Kulit Batang Kayu Manis Padang (*Cinnamomum Burmannii*) Terhadap Aktivitas Enzim a-Glukosidase', *Jurnal Kedokteran YARSI*, 23(2), pp. 91–102. Available at: <http://academicjournal.yarsi.ac.id/ojs-2.4.6/index.php/jurnal-fk-yarsi/article/view/114>.
- Saad, A. M., Mohamed, A. S., & Ramadan, M. F. 2021. Storage and heat processing affect flavors of cucumber juice enriched with plant extracts. *International Journal of Vegetable Science*. Taylor & Francis, 27(3), pp. 277–287. doi: 10.1080/19315260.2020.1779895.
- Safithri, M., Indariani, S., & Septiyani, D. 2020. Aktivitas Antioksidan dan Total Fenolik Minuman Fungsional Nanoenkapsulasi Berbasis Ekstrak Sirih Merah. *Indonesian Journal of Human Nutrition*, 7(1), pp. 69–83.
- Safithri, M., Yasni, S., Bintang, M. & Ranti, A. S. 2012. Toxicity Study of Antidiabetics Functional Drink of *Piper crocatum* and *Cinnamomum burmannii*. *HAYATI Journal of Biosciences*. Institut Pertanian Bogor, 19(1), pp. 31–36. doi: 10.4308/hjb.19.1.31.
- Sahib, A. S. 2016. Anti-diabetic and antioxidant effect of cinnamon in poorly controlled type-2 diabetic Iraqi patients: A randomized, placebo-controlled clinical trial. *Journal of Intercultural Ethnopharmacology*, 5(2), pp. 108–113. doi: 10.5455/jice.20160217044511.
- Salamah, N., Rozak, M., & Al Abror, M. 2017. Pengaruh metode penyarian terhadap kadar alkaloid total daun jembirit (*Tabernaemontana sphaerocarpa*. BL) dengan metode spektrofotometri visibel. *Pharmaciana*, 7(1), p. 113. doi: 10.12928/pharmaciana.v7i1.6330.
- Sampath, J. 2021. Nanoemulsions : The rising star of antiviral therapeutics and nanodelivery system — current status and prospects. *Current Opinion in Colloid*

- & *Interface Science*. Elsevier Ltd, 54, p. 101458. doi: 10.1016/j.cocis.2021.101458.
- Sasongko, A., Nugroho, R. W., Setiawan, C. E., Utami, I. W., & Pusfitasari, M. D. 2018. Aplikasi Metode Nonkonvensional Pada Ekstraksi Bawang Dayak. *JTT (Jurnal Teknologi Terpadu)*, 6(1), p. 8. doi: 10.32487/jtt.v6i1.433.
- Sharma, M., Gupta, A., & Prasad, R. 2017. A Review on Herbs, Spices and Functional Food Used in Diseases. *International Journal of Research & Review (www.gkpublication.in)*, 4(January), p. 103. Available at: www.ijrrjournal.com.
- Shen, Y., Jia, L. N., Honma, N., Hosono, T., Ariga, T., & Seki, T. 2012. Beneficial effects of cinnamon on the metabolic syndrome, inflammation, and pain, and mechanisms underlying these effects-a review. *Journal of Traditional and Complementary Medicine*. Elsevier Masson SAS, 2(1), pp. 27–32. doi: 10.1016/S2225-4110(16)30067-0.
- Shihabudeen, H. M. S., Priscilla, D. H., & Thirumurugan, K. 2011. Cinnamon extract inhibits  $\alpha$ -glucosidase activity and dampens postprandial glucose excursion in diabetic rats. *Nutrition and Metabolism*. BioMed Central Ltd, 8(1), p. 46. doi: 10.1186/1743-7075-8-46.
- Silprasit, K., Seetaha, S., Pongsanaraku, P., Hannongbua, S., & Choowongkamon, K. 2011. Anti-HIV-1 reverse transcriptase activities of hexane extracts from some asian medicinal plants. *Journal of Medicinal Plant Research*, 5(19), pp. 4899–4906.
- Smaoui, S., Hlima, H. B., Braïek, O. B., Ennouri, K., Melloulim L., & Knaneghah, A.M. 2021. Recent advancements in encapsulation of bioactive compounds as a promising technique for meat preservation. *Meat Science*. Elsevier Ltd, 181(March), p. 108585. doi: 10.1016/j.meatsci.2021.108585.
- Solihin, Muhtarudin & Sutrisna, R. 2015. Pengaruh lama penyimpanan terhadap kadar air kualitas fisik dan sebaran jamur wafer limbah sayuran dan umbi-umbian. *Jurnal Ilmiah Peternakan Terpadu*, 3(2), pp. 48– 54.
- Sudan, R., Bhagat, M., Gupta, S., Chitararakha, & Devi, T. 2013. Comparative analysis of cytotoxic and antioxidant potential of edible *Cinnamomum verum* (bark) and *Cinnamomum tamala* (Indian bay leaf). *Free Radicals and Antioxidants*. Elsevier Ltd, pp. 1–4. doi: 10.1016/j.fra.2013.05.005.
- Suhery, Putra, T., & Jasmalinda. 2021. Analisis rantai nilai dan kontribusi pendapatan terhadap pemanfaatan HHBK kayu manis di Pulau Tidore. *Jurnal Inovasi Penelitian*, 1(9), pp. 1787–1794.
- Sukamto, Aulianni'am, & Sudiyono. 2009. Sifat Fungsional Produk Interaksi Fraksi Globulin 7s Komak (*Dolichos lablab*) dan Gum Xantan [Functional Properties of the Interaction Product Between Globulin of 7S Fraction of Lablab Bean

- (*Dolichos lablab*) with Xantan Gum]. *J. Teknol dan Industri Pangan*, XX(2), pp. 119–125.
- Susanty, S. & Bachmid, F. 2016. PERBANDINGAN METODE EKSTRAKSI MASERASI DAN REFLUKS TERHADAP KADAR FENOLIK DARI EKSTRAK TONGKOL JAGUNG (*Zea mays L.*). *Jurnal Konversi*, 5(2), p. 87. doi: 10.24853/konversi.5.2.87-92.
- Tambun, R., Limbong, H. P., Pinem, C., & Manurung, E. 2016. Influence of Particle Size, Time and Temperature To Extract Phenol From Galangal. *Teknik Kimia Universitas Sumatera Utara*, 5(4), pp. 53– 56.
- Tisnadjaja, D., Irawan, H., Ekawati, N., Bustanussalam, & Simanjuntak, P. 2020. Potency of *Cinnamomum burmannii* as Antioxidant and  $\alpha$  Glucosidase Inhibitor and Their Relation to Trans- Cinaldehyde and Coumarin Contents. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 7(3), pp. 20–25. doi: 10.33096/jffi.v7i3.639.
- Umam, N. I. & Firdaus, M. 2020. Formula optimization of functional beverages from *Sargassum sp.*, *Cinnamomum burmannii*, and *Curcuma xanthorrhiza* Roxb with - Glucosidase inhibitor activity. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 493(1). doi: 10.1088/1755-1315/493/1/012031.
- Verdini, L., Zakaria, F. R., & Prangdimurti, E. 2017. Analysis of Blood Glucose and Plasma Insulin Levels of Tea and Cinnamon Tea Drink against People with Diabetes Mellitus Type 2. *IOSR Journal of Biotechnology and Biochemistry*, 03(02), pp. 48–52. doi: 10.9790/264x-03024852.
- Wahyuningrum, R., Wahyono, D., Mustofa, & Prabandari, Y. S. 2020. Masalah-Masalah terkait Pengobatan Diabetes Melitus Tipe 2: Sebuah Studi Kualitatif. *Indonesian Journal of Clinical Pharmacy*, 9(1), p. 26. doi: 10.15416/ijcp.2020.9.1.26.
- Wardatun, S., Rustiani, E., Alfiani, N., & Rissani, D. 2017. Study effect type of extraction method and type of solvent to cinnamaldehyde and trans-cinnamic acid dry extract cinnamon (*cinnamomum burmanii* [Nees & t, Nees]Blume). *Journal of Young Pharmacists*, 9(1), pp. S49–S51. doi: 10.5530/jyp.2017.1s.13.
- Wardatun, S., Rustiani, E., & Damahyanti, O. 2020. Pengembangan Mikrogranul Mukoadhesif Ekstrak Kayu Manis Dengan Kombinasi Polimer Karbopol Dan Gelatin. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 7(1), pp. 9–15. doi: 10.33096/jffi.v7i1.477.
- Widyantari, A. A. A. S. 2020. Formulasi Minuman Fungsional Terhadap Aktivitas Antioksidan. *Widya Kesehatan*, 2(1), pp. 22–29. doi: 10.32795/widyakesehatan.v2i1.604.
- Winarsi, H., Nuraeni, I., Roselina, A., & Andreas, A. 2020. Sensory and antioxidant evaluation of functional drinks based on Cardamom rhizomes (*Amomum cardamomum willd.*). *Food Research*, 4(6), pp. 2169– 2175.

- Yang, H. W., Hsu, H. C., Yang, C. K., Tsai, M. J., & Kuo, Y. F. 2019. Differentiating between morphologically similar species in genus *Cinnamomum* (Lauraceae) using deep convolutional neural networks. *Computers and Electronics in Agriculture*. Elsevier, 162(April), pp. 739–748. doi: 10.1016/j.compag.2019.05.003.
- Yasir, M., Mailoa, M., & Picauly, P. 2019. Karakteristik Organoleptik Teh Daun Binahong dengan Penambahan Kayu Manis. *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*, 8(2), pp. 53–57. doi: 10.30598/jagritekno.2019.8.2.53.
- Yeh, H. F., Luo, C. Y., Lin, C. Y., Cheng, S. S., Shu, Y. R. and Chang, S. T. (2013) ‘Methods for thermal stability enhancement of leaf essential oils and their main constituents from indigenous cinnamon (*Cinnamomum osmophloeum*)’, *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 61(26), pp. 6293–6298. doi: 10.1021/jf401536y.
- Yuliasari, S., Fardiaz, D., Andarwulan, N., & Yuliani, S. 2016. Characteristics of Red Palm Oil Encapsulates Enriched with  $\beta$ -carotene, pp. 107–116.
- Zare, R., Najarzadeh, A., Zarshenas, Mohammad M., Shams, M., & Heydari, M. 2018. Efficacy of Cinnamon in Patients with Type II Diabetes Mellitus: A Randomized Controlled Clinical Trial. *Clinical Nutrition. European Society for Clinical Nutrition and Metabolism*, 2018. doi: 10.1016/j.clnu.2018.03.003.
- Zhang, R., Zhou, L., Li, J., Oliviera, H., Yang, N., Jin, W., Zhu, Z., Li, S., & He, J. 2020. Microencapsulation of anthocyanins extracted from grape skin by emulsification/internal gelation followed by spray/freeze-drying techniques: Characterization, stability and bioaccessibility. *Lwt*. Elsevier, 123(September 2019), p. 109097. doi: 10.1016/j.lwt.2020.109097.