

## **OPTIMALISASI LIMBAH KULIT JERUK DENGAN PENAMBAHAN PENAMBAHAN KAYU SECANG SEBAGAI BAHAN BAKU TEH ANTIOKSIDAN**

**Oktavia Nurmawaty Sigiro<sup>1)</sup>, Hidayat Asta<sup>2)</sup>, Desi<sup>3)</sup>  
Santri Alnazua<sup>3)</sup>, Nurul Hadi<sup>3)</sup>, Bima Abhiseka<sup>3)</sup>**

<sup>1</sup>Jurusan Agribisnis, Politeknik Negeri Sambas, Sambas, Indonesia.  
E-mail: Oktavia.nurmawati88@gmail.com

### **ABSTRAK**

Antioksidan berperan penting dalam menangkal radikal bebas dan melindungi tubuh dari kerusakan oksidatif yang dapat memicu berbagai penyakit degeneratif. Dalam penelitian ini, aktivitas antioksidan dianalisis menggunakan metode DPPH pada teh yang diformulasikan dari kulit jeruk siam dan kayu secang. Selain itu, kadar air diuji dengan metode gravimetri karena merupakan indikator penting dalam menentukan kualitas dan daya simpan teh kering. Kayu secang diketahui mengandung senyawa aktif seperti brazilin, flavonoid, dan tanin yang memiliki potensi antioksidan tinggi. Sementara itu, kulit jeruk siam kaya akan vitamin C, flavonoid, dan polifenol, menjadikannya bahan yang potensial untuk meningkatkan nilai fungsional produk. Teh disusun dalam tiga formulasi berdasarkan proporsi bahan: 0,5 gr kulit jeruk siam + 1,5 gr kayu secang (P1), 1 gr kulit jeruk siam + 1 gr kayu secang (P2), dan 1,5 gr kulit jeruk siam + 0,5 gr kayu secang (P3). Hasil pengujian menunjukkan bahwa perlakuan P1 menghasilkan aktivitas antioksidan yang paling tinggi sebesar 26,09 ppm. Sedangkan kadar air terendah diperoleh pada perlakuan P1 sebesar 7,06%. Hasil analisis statistik (ANOVA) menunjukkan adanya pengaruh yang sangat nyata terhadap kedua parameter.

**Kata kunci:** *Antioksidan, Kadar Air, Kayu Secang, Kulit Jeruk Siam, Teh*

### **PENDAHULUAN**

Teh berkembang dengan cepat setelah masyarakat mengenal dan percaya bahwa minuman ini baik untuk kesehatan. Anjarsari (2022), menyatakan bahwa teh mengandung senyawa aktif yaitu polifenol yang berfungsi sebagai antioksidan alami dan melindungi tubuh dari radikal bebas. Oleh karena itu, teh dapat dikategorikan sebagai minuman fungsional. Seiring berjalannya waktu, rata-rata konsumsi teh per kapita seminggu di Indonesia semakin bertambah. Ini menunjukkan bahwa teh telah menjadi elemen penting dalam budaya masyarakat Indonesia dan memiliki peran signifikan dalam kehidupan sehari-hari. Data Indonesia.id (2022), mencatat bahwa rata-rata konsumsi teh per kapita dalam seminggu sebesar 2,79 gram pada September 2021. Jumlah itu mengalami kenaikan dibandingkan pada maret 2021 yang sebesar 2,77 gram. Sementara itu, data BPS (2024), mencatat bahwa rata-rata konsumsi teh celup pada tahun 2022 di Kabupaten Sambas sebesar 0,70 kantong dan tahun 2023 sebesar 0,71 kantong. Dilihat dari data tersebut, tingkat konsumsi teh celup pada tahun 2022 sampai 2023 cenderung meningkat. Tingginya tingkat konsumsi masyarakat terhadap teh, menyebabkan timbulnya inovasi baru terhadap teh. Teh tidak hanya terbuat dari pucuk daun tanaman teh, namun dapat dibuat dari bahan lain salah satunya adalah dari kulit jeruk siam.

Jeruk siam memiliki peluang besar untuk dimanfaatkan, tidak hanya daging buahnya tetapi juga kulitnya yang sering kali terbuang tanpa digunakan. Kulit jeruk terkadang hanya dimanfaatkan dalam beberapa produk, seperti hanya untuk dibuat manisan (Fadhil & Ashoer, 2019), pestisida (Kristiandi & Febrina, 2020) dan lain-lain. Jumlah pemanfaatan yang rendah disebabkan oleh beberapa faktor, termasuk kurangnya pengetahuan masyarakat tentang potensi pemanfaatan limbah kulit jeruk yang berbeda dan kurangnya ide baru untuk pemanfaatan limbah kulit jeruk. Jeruk siam memiliki kandungan antioksidan yang tinggi terutama di bagian kulit buahnya. Selain itu, kulit jeruk juga mengandung vitamin C lebih banyak dibandingkan dengan buahnya (Singh *et al.*, 2020). Sejalan dengan penelitian Silalahi *et al.*, (2022) bagian dari tanaman jeruk yang mengandung fenolik dan flavonoid sebagai antioksidan yang kuat terbanyak berada pada kulit buah jeruk.

Meskipun banyak penelitian yang telah menyoroti kandungan gizi dan manfaat kulit jeruk siam, masih terbatas penelitian yang mengeksplorasi potensi kulit jeruk siam dalam pembuatan teh yang diperkaya dengan bahan tambahan lain. Salah satu bahan yang berpotensi untuk ditambahkan adalah kayu secang, yang diketahui mengandung senyawa fenolik, termasuk flavonoid, yang memiliki sifat antioksidan (Sari & Suhartati, 2016). Kayu secang juga digunakan dalam pembuatan pewarna alami dan minuman kesehatan (Zubaidah *et al.*, 2024). Penelitian mengenai kulit jeruk siam dan kayu secang secara terpisah telah banyak dilakukan, terutama terkait dengan kandungan bioaktif dan manfaatnya. Namun, kajian yang menggabungkan kedua bahan ini masih terbatas. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengeksplorasi potensi kulit jeruk siam dengan penambahan kayu secang sebagai teh. Dengan adanya kombinasi dari kedua bahan ini dapat memberikan inovasi dalam pengembangan produk teh. Tujuan dari penelitian ini untuk menganalisis antioksidan dan kadar air pada teh kulit jeruk siam dengan penambahan kayu secang. Diharapkan hasil penelitian ini dapat memberikan informasi yang berguna serta meningkatkan nilai ekonomi dari kulit jeruk siam dan pemanfaatan kayu secang secara lebih luas.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan secara eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri dari tiga perlakuan dan tiga kali ulangan sehingga diperoleh 9 unit percobaan. Perlakuan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut: 0,5 gr kulit jeruk siam + 1,5 gr kayu secang (P1), 1 gr kulit jeruk siam + 1 gr kayu secang (P2), dan 1,5 gr kulit jeruk siam + 0,5 gr kayu secang (P3). Dalam penelitian ini menggunakan variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah perlakuan perbandingan kulit jeruk siam dan kayu secang yang digunakan dalam pembuatan teh. Variabel terikat dalam penelitian ini yaitu uji antioksidan menggunakan metode DPPH dan kadar air menggunakan metode gravimetri.

Data yang diperoleh dianalisis secara statistik dengan menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA). Jika  $F_{hitung}$  sampel <  $F_{tabel}$  maka data yang dihasilkan tidak berbeda nyata. Jika  $F_{hitung}$  sampel >  $F_{tabel}$  maka data yang berbeda secara signifikan sehingga perlu dilakukan uji lanjutan. Penentuan jenis uji lanjutan yang digunakan yaitu dengan pertimbangan nilai koefisien keragaman (KK) (Hanafiah, 2016).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Aktivitas Antioksidan

Berdasarkan hasil uji aktivitas antioksidan pada **Tabel 4.1** menunjukkan bahwa terdapat perbedaan angka hasil uji cukup jauh antara ketiga perlakuan, hal ini disebabkan karena adanya masing-masing penambahan pada teh yang dijadikan produk. Perlakuan P1, menghasilkan nilai  $IC_{50}$  terendah dengan rata-rata 26,09 ppm. Pada perlakuan P2, terjadi peningkatan nilai  $IC_{50}$  yaitu sebesar 31,78 ppm. Sedangkan perlakuan P3, menunjukkan nilai  $IC_{50}$  tertinggi, dengan nilai rata-rata 45,0766 ppm. Nilai  $IC_{50}$  digunakan sebagai indikator untuk menilai potensi aktivitas antioksidan suatu senyawa. Semakin kecil nilai  $IC_{50}$ , semakin kuat kemampuan senyawa tersebut dalam menangkal atau menetralkan radikal bebas. Dengan demikian, terdapat hubungan yang berbanding terbalik antara nilai  $IC_{50}$  dan aktivitas antioksidan: semakin rendah nilai  $IC_{50}$ , semakin tinggi aktivitas antioksidan suatu bahan (Permadi *et al.*, 2022).

Tabel 1. Nilai Rata-rata Antioksidan pada Teh

Perlakuan	Rata-rata ( $IC_{50}$ )
P1	26,09
P2	31,78
P3	45,07

Setiap perlakuan menunjukkan adanya penurunan aktivitas antioksidan pada teh kulit jeruk siam dengan penambahan kayu secang, dari yang tertinggi hingga terendah. Aktivitas antioksidan cenderung menurun seiring dengan meningkatnya proporsi kulit jeruk siam dalam campuran. Sebaliknya, semakin tinggi proporsi kayu secang dalam campuran, semakin tinggi pula aktivitas antioksidan yang dihasilkan. Sejalan dengan Mu'nisa *et al.*, (2017), yang menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi kayu secang mampu meningkatkan aktivitas antioksidan secara signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa antioksidan dalam kayu secang lebih kuat dibandingkan dengan kulit jeruk siam. Kulit jeruk siam memiliki aktivitas antioksidan dengan nilai  $IC_{50}$  sebesar 264 ppm (Febrianti *et al.*, 2019), sedangkan kayu secang menunjukkan potensi yang lebih tinggi dengan nilai  $IC_{50}$  sebesar 16–18 ppm (Utari *et al.*, 2017), yang mengindikasikan aktivitas antioksidan lebih kuat. Selain itu, penurunan aktivitas antioksidan pada produk teh diduga mengalami degradasi saat proses pengeringan. Menurut Dharma *et al.*, (2020), proses pengeringan mempengaruhi senyawa kimia yang terdapat dalam tumbuhan herbal, terutama senyawa dengan sifat antioksidan. Aktivitas antioksidan bisa meningkat atau

justru menurun tergantung bagaimana proses pengeringan dilakukan (Pertiwi *et al.*, 2023). Pengeringan kulit jeruk siam dan kayu secang dilakukan pada suhu 60°C, yang termasuk dalam kategori suhu sedang dan dinilai cukup aman untuk mempertahankan kandungan senyawa bioaktif pada bahan herbal (Fadila, 2024). Pada proses pengeringan, terjadi serangkaian perubahan fisik dan kimia yang melibatkan unsur-unsur seperti oksigen (O<sub>2</sub>), karbon (C), dan hidrogen (H). Ketika udara masuk melalui blower, oksigen terbawa ke dalam sistem pemanas. Udara panas ini berperan dalam menarik molekul air (H<sub>2</sub>O) dari bahan, yang ditandai dengan lepasnya unsur oksigen (O) dari senyawa-senyawa dalam bahan tersebut, sehingga proses pengeringan pun berlangsung. Panas dari blower juga bisa menyebabkan perubahan struktur senyawa aktif dalam bahan (Novianti *et al.*, 2025). Senyawa dengan rumus kimia C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub> merupakan bagian dari struktur senyawa antioksidan yang dapat mengalami degredasi atau kerusakan akibat suhu tinggi. Suhu tinggi mempercepat reaksi oksidasi, yang menyebabkan kehilangan 2 atom hidrogen (2H) dan berubah menjadi C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub>. Meskipun C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>O<sub>6</sub> masih memiliki sedikit aktivitas antioksidan, senyawa ini tidak stabil dan mudah terurai lebih lanjut menjadi bentuk yang tidak aktif seperti diketogulonat. Akibatnya, struktur kimia C<sub>6</sub>H<sub>8</sub>O<sub>6</sub> rusak dan kemampuan bahan dalam menangkap radikal bebas menurun. Hal ini menyebabkan penurunan aktivitas antioksidan pada bahan yang dikeringkan.

Pengaruh proporsi bahan (kulit jeruk siam dan kayu secang) serta proses pengeringan memiliki peran penting dalam menentukan aktivitas antioksidan produk teh (Tristanto *et al.*, 2015; Rahmi & Susanti, 2023). Proporsi yang tepat dan proses pengeringan yang sesuai tidak hanya mempertahankan, tetapi juga berpotensi meningkatkan aktivitas antioksidan. Dari ketiga perlakuan menghasilkan aktivitas antioksidan berkisar antara 26.09 ppm hingga 45.07 ppm, sehingga hasil tersebut menunjukkan aktivitas antioksidan yang sangat kuat.

## Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan menggunakan metode SNI 01-2891-1992 (BSN, 1992), yaitu metode gravimetri dengan pengeringan dan penimbangan. Berdasarkan Tabel 2. menunjukkan hasil rata-rata kadar air teh kulit jeruk siam dengan penambahan kayu secang dari masing-masing perlakuan berkisar antara 7.06% hingga 10.75%. Setiap perlakuan mengalami peningkatan kadar air, hal ini terjadi karena tingginya proporsi kulit jeruk siam dalam campuran. Kulit jeruk siam mengandung lebih banyak air dan komponen berserat yang memiliki kapasitas penyerapan dan penahanan air yang tinggi (Rahmada *et al.*, 2021). Sebaliknya, semakin tinggi proporsi kayu dalam campuran, semakin rendah kadar air yang dihasilkan pada produk teh. Kayu secang yang memiliki karakteristik lebih kering dan padat, kemungkinan berkontribusi dalam menyerap atau mengurangi kelembaban selama proses pengeringan. Menurut Utari *et al.*, (2017), pengeringan ekstrak kayu secang pada suhu tinggi dapat menghasilkan kadar air serendah 2%. Hal ini menunjukkan mengapa peningkatan proporsi kayu secang dalam campuran produk teh dapat menurunkan kadar air.

Tabel 2. Nilai Rata-rata Kadar Air pada Teh

Perlakuan	Rata-rata (%)
P1	7.06
P2	9.50
P3	10.75

Penurunan kadar air pada teh terjadi karena adanya penguapan air selama proses pengeringan di dalam oven, sehingga kadar air dalam teh menjadi berkurang (Tanjung *et al.*, 2016). Menurut Kusuma *et al.*, (2019), proses ini dipengaruhi oleh peningkatan suhu udara pengering, di mana udara yang lebih panas membawa lebih banyak energi panas. Energi ini diserap oleh molekul-molekul air dalam bahan, sehingga menyebabkan air menguap dari fase cair menjadi gas. Secara kimia fisik, proses ini dapat digambarkan dengan perubahan fasa air:  $H_2O_{(l)} \rightarrow H_2O_{(g)}$ , yang menunjukkan bahwa air dalam bentuk cair ( $H_2O_{(l)}$ ) berubah menjadi uap air ( $H_2O_{(g)}$ ) akibat pemanasan. Meskipun tidak terjadi perubahan struktur molekul air, proses ini melibatkan energi panas untuk memutus ikatan antarmolekul air. Selain itu, peningkatan suhu juga memperbesar perbedaan tekanan uap antara air dalam bahan dan udara di sekitarnya, sehingga mempercepat penguapan. Akibatnya, kapasitas bahan untuk melepaskan air dari permukaannya meningkat seiring dengan naiknya suhu udara pengering (Djaeni *et al.*, 2013), yang pada akhirnya menyebabkan kadar air dalam bahan menurun secara signifikan.

Kadar air dalam bahan pangan memiliki peran penting karena berkaitan dengan stabilitas penyimpanan. Bahan pangan yang telah melalui proses pengeringan akan memiliki daya simpan yang lebih lama, karena kadar airnya telah dikurangi hingga batas tertentu. Sebaliknya, jika kadar air dalam bahan pangan masih tinggi, akan memicu pertumbuhan mikroorganisme seperti bakteri, kapang, dan khamir yang dapat menyebabkan kerusakan pada bahan pangan tersebut (Saragih, 2014). Proses pengeringan yang efektif sangat penting untuk mencapai kadar air yang sesuai standar. Pengeringan pada suhu yang tepat dan durasi yang cukup dapat menurunkan kadar air hingga dibawah 8% (Hartisyah *et al.*, 2024). Pada perlakuan (P1), menghasilkan kadar air sebesar 7,06%, hasil tersebut telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) 3836:2013 yang menyatakan bahwa kadar air maksimum yang diperbolehkan dalam teh kering adalah 8%.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis dapat disimpulkan bahwa aktivitas antioksidan pada teh kulit jeruk siam dengan penambahan kayu secang dari ketiga perlakuan menghasilkan aktivitas antioksidan yang tinggi berkisar antara 26,09 ppm hingga 45,07 ppm, yang termasuk dalam kategori sangat kuat. Sedangkan kadar air yang dihasilkan telah memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) 3836:2013, pada perlakuan P1 yaitu sebesar 7,06%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Politeknik Negeri Sambas atas dukungan finansial dalam penelitian ini dengan melalui pendanaan DIPA Politeknik Negeri Sambas 2025.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anjarsari, I. R. D. (2022). Rekayasa Budidaya Dan Penanganan Pascapanen Untuk Meningkatkan Kualitas Teh Indonesia Sebagai Minuman Fungsional Kaya Antioksidan. *Jurnal Kultivasi*. Vol. 21(2). 152-158.
- Badan Pusat Statistik. (2024). *Rata-rata Konsumsi Perkapita Seminggu Menurut Kelompok Bahan Minuman Per Kabupaten/kota*. Jakarta: BPS.
- Dharma, M. A., Nocianitri, K. A., & Yusasrini, N. L. A. (2020). Pengaruh Metode Pengeringan Simplisia Terhadap Kapasitas Antioksidan Wedang Uwuh. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 9(1), 88. <https://doi.org/10.24843/itepa.2020.v09.i01.p11>
- Djaeni, M., Asiah, N., & Sasongko, S. B. (2013). Aplikasi Sistem Pengering Adsorbsi Untuk Bahan Pangan dan Aditif. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Fadhil, M., & Ashoer, M. (2019). Usaha Manisan Aneka Rasa Melalui Pemanfaatan Kulit Jeruk Pamelo di Desa Padanglampe Kabupaten Pangkep. *Buletin Udayana Mengabdi*, 18(3), 181–185. <https://doi.org/10.24843/bum.2019.v18.i03.p30>
- Fadila, M. R. (2024). Pengaruh Temperatur dan Lama Pengeringan Pada Pembuatan Minuman Herbal Instan Dari Batang Bajakah Tampala (*Spatholobus littoralis Hassk*) Menggunakan Metode Vakum. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian*, 8(1), 28–29.
- Febrianti, dwi rizki, Ariani, N., Niah, R., & Jannah, R. (2019). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Metanol Kulit Jeruk Siam Banjar (*Citrus reticulata*). *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, 2(1), 1–6. <https://doi.org/10.36387/jifi.v2i1.298>
- Hartisyah, N., Nazaruddin, & Utama, Q. D. (2024). Pengaruh Suhu Pengeringan terhadap Karakteristik Teh Buah Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpa*) sebagai Minuman Fungsional. *Jurnal Teknologi Dan Mutu Pangan*, 3(1), 57–65. <https://doi.org/10.30812/jtmp.v3i1.4320>
- Kristiandi, K., & Febrina, A. (2020). Pemanfaatan Kulit Jeruk Siam Sebagai Pestisida Alami. *Jurnal Agrotek Lestari*, 6(2), 46–52.
- Kusuma, I. G. N. S., Putra, I. N. K., & Darmayanti, L. P. T. (2019). Pengaruh Suhu Pengeringan Terhadap Aktivitas Antioksidan Teh Herbal Kulit Kakao (*Theobroma cacao L.*). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 8(1), 85–93. <https://doi.org/10.24843/itepa.2019.v08.i01.p10>
- Novianti, H. F., Azmi, D. A., Weya, E., & Jamilah, S. (2025). Teknik Menghindari Kerusakan Zat Aktif Akibat Paparan Suhu dan Kelembapan. *Jurnal Ilmu Kesehatan Umum*, 3(1), 146–155.
- Permadi, T., Mulyani, R. D., & Laurensia, V. (2022). Formulation Of Antioxidant Syrup

- From The Combination Of Sappan Wood (*Caesalpinia sappan*) And White Ginger (*Curcumma mangga Val*). *Jurnal Ilmiah Farmako Bahari*, 13(2), 176–183. <https://doi.org/10.52434/jfb.v13i2.1453>
- Pertiwi, A. P., Eriska, A., & Sabda, W. (2023). Pengaruh Metode Pengeringan Ekstrak Daun Kelor (*Moringa oleifera Lam*) Terhadap Aktivitas Antioksidan. *Jurnal Penelitian Farmasi & Herbal*, 5(2), 57–69. <https://doi.org/10.36656/jpfh.v5i2.1122>
- Rahmanda, A. F., Sukardi, S., & Warkoyo, W. (2021). Karakterisasi Sifat Fisikokimia Pektin Kulit Jeruk Keprok Batu 55 (*Citrus reticulata B*), Jeruk Siam (*Citrus nobilis var. microcarpa*), Jeruk Manis Pacitan (*Citrus sinensis L*, Jeruk Nipis (*Citrus aurantifolia swigle*), dan Jeruk Lemon (*Citrus limon L*) yang T. *Food Technology and Halal Science Journal*, 4(2), 124–141. <https://doi.org/10.22219/fths.v4i2.15643>
- Rahmi, S., & Susanti, D. (2023). Efektivitas Suhu dan Waktu Pengeringan Terhadap Aktivitas Antioksidan dan Sensori Teh Herbal Daun Kirinyuh (*Chromolaen odorata L.*). *Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia*, 15(02), 65–70.
- Saragih, R. (2014). Uji Kesukaan Panelis Pada Teh Daun Torbangun (*Coleus amboinicus*). *Journal WIDYA Kesehatan Dan Lingkungan*, 1(1), 46–52.
- Sari, & Suhartati. (2016). Secang (*Caesalpinia sappan L.*) : Tumbuhan Herbal Kaya. *Info Teknis EBONI*, 13(1), 57–68.
- Silalahi, K. P., Swasti, Y. R., & Pranata, F. S. (2022). Aktivitas Antioksidan dari Produk Samping Olahan Jeruk. *Amerta Nutrition*, 6(1), 100–111. <https://doi.org/10.20473/amnt.v6i1.2022.100-111>
- Singh, B., Singh, J. P., Kaur, A., & Singh, N. (2020). Phenolic composition, antioxidant potential and health benefits of citrus peel. *Food Research International*, 132(February), 109114. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109114>
- Tanjung, R., Hamzah, F., & Efendi, R. (2016). Lama Fermentasi Terhadap Mutu Teh Daun Sirsak ( *Annona muricata L* .). *JOM Faperta UR*, 3(2), 1–9.
- Tristanto, N. A., Tarsisius, D. W. B., & Utomo, A. R. (2015). Pengaruh Suhu Penyimpanan Dan Proporsi Teh Hijau: Bubuk Daun Kering Stevia (Stevia Rebaudiana) Terhadap Aktivitas Antioksidan Minuman Teh Hijau Stevia Dalam Kemasan Botol Plastik. *Jurnal Teknologi Pangan Dan Gizi*, 16(1), 22–29.
- Utari, F. D., Sumirat, & Muhammad, D. (2017). Produksi Antioksidan dari Ekstrak Kayu Secang (*Caesalpinia sappan L.*) Menggunakan Pengering Berkelembaban Rendah. *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 6(3), 1–4. <https://doi.org/10.17728/jatp.241>
- Zubaidah, E., Ningtyas, D. W., Salafy, R. A., & Wiryawan, A. C. D. (2024). Antioxidant and antibacterial activity of sappan wood (*Caesalpinia sappan L.*) kombucha. *Advances in Food Science, Sustainable Agriculture and Agroindustrial Engineering*, 7(1), 10–19. <https://doi.org/10.21776/ub.afssaae.2024.007.01.2>