



Aktivitas Antibakteri Kombucha Kulit Kayu Kemiri (*Aleurites moluccana*) Terhadap *Propionibacterium acnes* Sebagai Dasar Pengembangan Perawatan Antijerawat

Antibacterial Activity of Candlenut Stem Bark (*Aleurites moluccana*) Kombucha Against *Propionibacterium acnes* as Development of Anti-Acne Skin Care

Nur Srimayah Hermanto*, Riski Sulistiarini, Vina Maulidya

Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

*Email korespondensi: akatsukinomaya@gmail.com

Abstrak

Jerawat adalah peradangan kronis pada kulit yang umumnya dipicu oleh *Propionibacterium acnes*. Perawatan jerawat yang menggunakan obat-obatan sintesis cenderung menimbulkan efek samping dan resistensi. Salah satu alternatifnya yaitu dengan produk probiotik hasil fermentasi seperti teh kombucha, yang potensinya dapat ditingkatkan dengan menambahkan kulit kayu kemiri selama proses fermentasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengoptimasi pembuatan kombucha kulit kayu kemiri dan menguji aktivitas antibakterinya terhadap *P. acnes*. Tahapan metode diawali dengan fermentasi kombucha sebanyak 5 replikasi dengan perbandingan simplisia daun teh:kulit kayu kemiri antara lain 8:0 gram; 6:2 gram; 4:4 gram; 2:6 gram; dan 0:8 gram. Semua kombucha kemudian diuji aktivitas antibakterinya menggunakan metode mikrodilusi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kombucha dengan perbandingan 4:4 memiliki nilai kadar hambat minimal (KHM) yang tergolong sangat kuat yaitu 62,5 µg/mL serta memiliki aktivitas terbaik karena dapat menghambat hingga 98,89%. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa kombucha kulit kemiri dapat dikembangkan sebagai perawatan kulit antijerawat.

Kata kunci: Kombucha, Kulit kayu kemiri, Antibakteri

Abstract

Acne is one of skin chronic inflammation that is generally caused by proliferation of *Propionibacterium acnes*. Acne treated with synthetic drugs tend to cause unwanted side effects and resistance. Probiotic products such as fermented kombucha tea can be applied as an alternative. It's potency can be increased by adding candlenut stem bark during the

Diterima: 18 September 2025

Disetujui: 05 Oktober 2025

Publikasi: 29 Oktober 2025

Sitasi: N. S. Hermanto, R. Sulistiarini, and V. Maulidya, "Aktivitas Antibakteri Kombucha Kulit Kayu Kemiri (*Aleurites moluccana*) terhadap *Propionibacterium acnes* sebagai Dasar Pengembangan Perawatan Antijerawat", Proc. MPC., vol. 19, pp. 28-34, Okt 2025, doi: 10.30872/mpc.v19i.482

Copyright: © 2025, Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conference (Proceeding MPC). Published by Faculty of Pharmacy, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia. This is an Open Access article under the CC-BY-NC License



fermentation process. This study aims to optimize the making of fermented candlenut bark kombucha tea and analyze its antibacterial activity against P. acnes. Research stages began with the fermentation of kombucha in 5 preparation with ratio of tea leaves: candlenut bark including 8:0 grams; 6:2 grams; 4:4 grams; 2:6 grams; and 0:8 grams. All kombucha samples then analyzed for their antibacterial activity using the broth microdilution method. Results showed that kombucha with ratio of 4:4 exhibit very strong minimum inhibition concentration (MIC) of 62.5 µg/mL and had the best activity as it can inhibit up to 98.89%. Therefore, it can be concluded that candlenut stem bark kombucha can be developed as an anti-acne skin treatment.

Keywords: Kombucha, Candlenut stem bark, Antibacterial

1. Pendahuluan

Jerawat adalah kondisi peradangan kronis pada jaringan kelenjar minyak kulit yang ditandai dengan papula, pustula, nodul, komedo terbuka atau tertutup, dan kista. Sebuah studi oleh Anindita dkk (2020) menyatakan bahwa hampir setiap orang mengalami jerawat pada usia 14-17 tahun, dengan insiden tertinggi mencapai 83-85% [1]. Kondisi jerawat umumnya disebabkan oleh *Propionibacterium acnes*, suatu spesies bakteri, yang dipengaruhi sirkulasi androgen. Hormon androgen merangsang pertumbuhan dan fungsi sekresi kelenjar sebacea, yang menyebabkan seborrea, yang menyediakan media pertumbuhan bagi *P. acnes*. Bakteri *P. acnes* kemudian menghidrolisis trigliserida dalam sebum sebagai sumber nutrisi, menjadi asam lemak bebas dan gliserol. Lingkungan anaerobik kaya lipid yang dihasilkan memungkinkan *P. acnes* untuk berkembang biak [2]. Bakteri *P. acnes* secara umum dianggap sebagai bakteri penting dalam mikrobioma jaringan kulit, namun pertumbuhannya yang abnormal dapat memicu respon imun bawaan dan adaptif, sehingga berkontribusi pada respons inflamasi yang diamati pada jerawat. Hingga saat ini, banyak pengobatan jerawat menggunakan antibiotik atau produk sintesis. Pengobatan jerawat dengan antibiotik dapat menyebabkan resistensi dan menimbulkan efek samping yang tidak diinginkan. Oleh karena itu, perlu dikembangkan obat-obatan alami salah satunya produk probiotik seperti kombucha [3].

Kombucha adalah produk fermentasi teh hitam atau teh hijau dengan penambahan media yang memanfaatkan kultur starter yang sebagian besar terdiri dari kultur bakteri dan khamir. Minuman kombucha memiliki potensi sebagai antimikroba yang sangat kuat terhadap organisme bakteri Gram-positif seperti *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, dan Gram-negatif seperti *Escherichia coli*, *Salmonella choleraesuis* serotipe *typhimurium*, dan *Agrobacterium tumefaciens*. Para peneliti dari seluruh dunia juga melaporkan aktivitas penghambatan kombucha yang dibuat dari teh hitam terhadap beberapa spesies fungi, antara lain *Candida albicans*, *Candida tropicalis*, *Candida parapsilosis*, *Candida glabrata*, *Candida dubliniensis*, dan *Candida sake* [4].

Menurut Chakravorty dkk. (2019), aktivitas antimikroba kombucha diperankan oleh asam asetat, senyawa antimikroba utama kombucha [5]. Namun, Nyiew dkk. (2021) menyatakan bahwa selain asam asetat atau asam organik lainnya, komponen bioaktif lain seperti polifenol, protein, enzim, dll. mungkin juga bertanggung jawab terhadap aktivitas antimikroba kombucha [6]. Hal ini juga dijelaskan melalui sebuah studi oleh Bhattacharya dkk. (2016) bahwa fraksi polifenol dari ekstrak etil asetat kombucha berumur 14 hari menunjukkan aktivitas antimikroba yang signifikan. Fraksi ini telah diidentifikasi mengandung katekin dan isorhamnetin. Temuan ini menunjukkan bahwa aktivitas antimikroba kombucha mungkin diperankan oleh banyaknya polifenol yang terdapat dalam teh [7]. Manfaat ini kemudian dapat ditingkatkan dengan menambahkan komponen alami lainnya. Salah satunya adalah dengan memfermentasi kombucha dengan menambahkan simplisia kulit kayu kemiri (*Aleurites moluccana*) yang telah dikenal memiliki aktivitas antibakteri yang sangat kuat.

Tanaman kemiri (*Aleurites moluccana* (L.) Willd) secara tradisional digunakan untuk diare (disentri), juga digunakan di Kalimantan Timur untuk mengobati tifus [8]. Berdasarkan studi Prabowo dkk. 2013 [9], asam 3-asetil aleuritolat dan salah satu kumarin alami, skopoletin, telah diisolasi dari kulit kayu kemiri. Asam 3-asetil aleuritolat adalah triterpena pentasiklis dan dilaporkan menunjukkan aktivitas antimikroba yang sangat kuat terhadap *S. saprophyticus* dengan KHM 2 µg/mL [10]. Selain itu, Napiroon dkk., 2018 melaporkan bahwa senyawa skopoletin menghambat aktivitas terhadap strain *Pseudomonas aeruginosa* multi-resisten DMSC 37166 dan ATCC 27853 dengan nilai KHM sebesar 0,66 µg/mL [11].

Pemanfaatan bahan herbal tersebut dapat diaplikasikan pada wajah dalam sediaan kosmetik. Berdasarkan latar belakang tersebut, telah dilakukan penelitian untuk membuat kombucha kulit batang kemiri yang optimal dan menguji aktivitas antibakteri kombucha kulit kemiri terhadap bakteri *P.acnes*.

2. Metode Penelitian

2.1 Proses Fermentasi

Proses fermentasi kombucha kulit kemiri menggunakan metode Shahbazi dkk., 2018 [12] yang dimodifikasi, dengan mengganti kayu manis menjadi kulit batang kemiri. Kulit batang kemiri dan daun teh diekstraksi dengan dipanaskan dalam air 90°C selama 30 menit, setelah itu ditambahkan dengan gula 10%. Larutan dimasukkan ke dalam wadah kaca sambil disaring dan dibiarkan hingga mencapai suhu 25°C. Tahap ini dilakukan sebanyak 5 replikasi dengan masing-masing perbandingan daun teh:kulit batang kemiri 8:0 gram; 2:6 gram; 4:4 gram; 6:2 gram; dan 0:8 gram. Cuka kombucha sebanyak 10% dan SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*) ditambahkan pada setiap wadah lalu ditutup dengan kain dan difermentasi selama 14 hari. Karakteristik dan nilai pH masing-masing kombucha diamati secara berkala.

2.2 Uji Aktivitas Antibakteri

Metode mikrodilusi diterapkan untuk menentukan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM). Subkultur *P. acnes* diinokulasikan pada media *Mueller Hinton Agar* (MHA) di dalam tabung reaksi kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Bakteri kemudian disuspensikan dalam larutan saline steril (0,85% NaCl) dan disesuaikan hingga kepadatan akhir Standar 0,5 McFarland menggunakan densitometer McFarland. Kemudian, suspensi bakteri diinokulasi dengan media *Mueller Hinton Broth* (MHB) pada mikroplat sumuran 96. Sampel kombucha dengan seri pengenceran 0-500 µl dengan *aquadest* sebagai kontrol negatif dan KAIN® *Kombu Balancing Ampoule Toner* sebagai kontrol positif. Mikroplat diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Setelah inkubasi, pertumbuhan bakteri diamati berdasarkan kekeruhan dengan instrumen *Microplate Reader*.

2.3 Analisis Data

Setiap pengambilan data dilakukan sebanyak tiga replikasi. Data yang diperoleh akan diolah secara statistik dengan perangkat lunak *Microsoft Excel*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Fermentasi

Pembuatan kombucha kulit batang kemiri dilakukan dengan terlebih dahulu menyiapkan dekokta kulit batang kemiri dan daun teh untuk mengekstrak senyawa yang larut dalam air, kemudian diikuti dengan penambahan gula sebagai sumber nutrisi dan energi bagi ragi untuk menghasilkan asam organik [13]. Larutan didinginkan hingga mencapai suhu 25°C. Tahap ini dilakukan sebanyak 5 kali replikasi dengan masing-masing perbandingan teh:kulit batang kemiri 8:0; 2:6; 4:4; 6:2; dan 0:8 untuk mengevaluasi efek penambahan tanaman obat ke dalam media kombucha dan menganalisis

perubahan yang terjadi pada sifat fisikokimia, termasuk karakteristik rasa, dan warna, lapisan selulosa, nilai pH serta aktivitas antimikroba [12]. Cuka kombucha sebanyak 10% dan SCOBY (*Symbiotic Culture of Bacteria and Yeast*) kemudian ditambahkan pada setiap wadah. Hal ini dilakukan untuk menurunkan pH campuran dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang tidak diinginkan. Semakin lama waktu fermentasi, semakin asam pH yang dihasilkan, semakin tinggi pula kadar asam organik yang dihasilkan. Wadah ditutup dengan kain katun bersih untuk mencegah masuknya jamur dan debu di udara serta mencegah masuknya serangga, seperti lalat buah [14]. Karakteristik dan nilai pH masing-masing kombucha kemudian diamati secara berkala.

Perbedaan waktu fermentasi memengaruhi organoleptik, pH, dan ketebalan selulosa. Waktu fermentasi selama 14 hari menghasilkan rasa paling asam, selulosa paling tebal, dan pH terendah (Tabel 2). Selama proses fermentasi, glukosa terpolimerisasi sehingga menghasilkan selulosa dan hemiselulosa. Hal ini menyebabkan semakin lama waktu fermentasi, semakin tebal selulosa yang terbentuk [15]. Rasa manis kombucha berkurang seiring waktu fermentasi yang lebih lama karena kultur bakteri dan jamur, yaitu SCOBY menggunakan gula sebagai substrat untuk menghasilkan asam organik.

Pada awal fermentasi, tidak ditemukan perbedaan signifikan pada setiap sampel kombucha kulit batang kemiri dibandingkan dengan kombucha yang hanya dibuat dengan teh hitam. Namun, kombucha dengan konsentrasi kulit batang kemiri yang lebih tinggi (2:6) menunjukkan pH terendah (2,91) pada akhir fermentasi. Nilai pH kombucha yang cenderung asam disebabkan oleh peningkatan kandungan asam organik seperti asam asetat dan kandungan senyawa fenolik dari tanaman herbal; yang memiliki sejumlah aktivitas seperti antioksidan dan antibakteri [16]. Pada akhirnya, pH sampel kombucha mengalami penurunan bertahap yang disebabkan oleh sifat penyangganya [12].

Tabel 1. Nilai pH Fermentasi Kombucha Kulit Kayu Kemiri.

Sampel Kombucha	Nilai pH		
	Hari ke-0	Hari ke-7	Hari ke-14
8:0	4,28	3,79	3,36
6:2	4,32	3,57	3,31
4:4	4,30	3,60	2,96
2:6	4,25	3,60	2,91
0:8	4,30	3,56	3,01

3.2 Aktivitas Antibakteri

Uji aktivitas antibakteri kombucha kunyit dilakukan secara *in vitro* menggunakan mikrodilusi *Mueller Hinton Broth (MHB)* untuk menentukan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) terhadap bakteri *P. acnes*. Hasil pengujian daya hambat kombucha kulit batang kemiri terhadap bakteri *P. acnes* ditunjukkan pada Tabel 2. Kombucha dengan perbandingan 2:6gram menunjukkan nilai KHM yang tergolong sangat kuat yaitu $41,66 \pm 18,042 \mu\text{g/mL}$; diikuti kombucha 4:4 sebesar $62,5 \pm 0 \mu\text{g/mL}$; dan kombucha 0:8 sebesar $52,08 \pm 18,042 \mu\text{g/mL}$. Kombucha 6:2 dan 8:0 memiliki aktivitas antibakteri yang tergolong kuat dengan nilai KHM masing-masing sebesar $83,33 \pm 36,084 \mu\text{g/mL}$ dan $166,66 \pm 72,168 \mu\text{g/mL}$. Kombucha dengan aktivitas penghambatan terbaik ditunjukkan oleh kombucha 4:4 karena memiliki total penghambatan tertinggi, yaitu hingga 98,89%, yang melebihi total penghambatan kontrol positif. Kontrol positif memiliki penghambatan yang cukup kuat dengan nilai KHM $125 \pm 0,00 \mu\text{g/mL}$ yang dapat menghambat hingga 98,62%.

Aktivitas antibakteri yang dihasilkan kombucha dikaitkan dengan polifenol teh (thearugbin & theaflavin) dan asam organik yang diproduksi selama fermentasi. Namun, di antara kandungan utama teh kombucha, asam glukuronat dianggap memainkan peran utama sebagai agen terapeutik [15]. Teh kombucha umumnya diperoleh dari fermentasi teh hijau atau teh hitam manis, tetapi penelitian akhir-

akhir ini telah mengganti teh atau mengasosiasikannya dengan tanaman obat lain. Tanaman obat merupakan salah satu sumber fenol dan komponen flavonoid terpenting. Salah satunya yang seperti kulit kayu kemiri yang telah diketahui mengandung komponen dengan aktivitas antimikroba yang baik, seperti asam aleuritolat dan skopoletin [9].

Asam asetil aleuritolat memiliki aktivitas antibakteri yang tergolong kuat terhadap delapan patogen dari empat bakteri Gram-positif, yaitu *Bacillus cereus* ATCC 11778, *Enterococcus faecalis* ATCC 29212, *Staphylococcus aureus* ATCC 25923 dan *S. saprophyticus* ATCC 15305, serta empat strain bakteri Gram negatif, yaitu *Escherichia coli* ATCC 25922, *Klebsiella pneumoniae* ATCC 13883, *Moraxella catarrhalis* ATCC 23246 dan *Proteus mirabilis* ATCC 43071. Sebagian besar nilai KHM berkisar antara 8 dan 250 µg/ml [10]. Buathong dkk. (2019) melaporkan bahwa skopoletin menunjukkan aktivitas antibakteri yang tinggi dan mampu menghambat bakteri Gram-positif, seperti *Staphylococcus aureus* ATCC 43300 dan *Enterococcus faecium* UCLA 192 dengan nilai KHM 128 µg/mL, dan bakteri Gram-negatif *Stenotrophomonas maltophilia* DMST 19079 dengan nilai KHM 256 µg/mL. Skopoletin juga dilaporkan memiliki aktivitas penghambatan terhadap strain *multidrug-resistant Pseudomonas aeruginosa* DMSC 37166 dan ATCC 27853 dengan nilai KHM 0,66 µg/mL [11].

Tabel 2. Aktivitas Antibakteri Kombucha Kulit Kayu Kemiri

Kombucha	Kadar Hambat Minimum (KHM) (µg/mL)	Penghambatan (%)	Respon
8:0	166,66 ± 72,16	93,40	Kuat
6:2	83,33 ± 36,08	78,35	Kuat
4:4	62,5 ± 0,00	98,89	Sangat kuat
2:6	41,66 ± 18,04	97,91	Sangat kuat
0:8	52,08 ± 18,04	96,88	Sangat kuat
K(+)	125,00 ± 0,00	98,62	Kuat
K(-)	0,00 ± 0,00	0	-

Keterangan :

Kontrol (+) = Kaine® Kombu Balancing Ampoule Toner

Kontrol (-) = Aquadest

4. Kesimpulan

Studi ini berkontribusi pada hipotesis bahwa tanaman herbal dapat meningkatkan manfaat kombucha sebagai produk minuman fungsional. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kombucha kulit batang kemiri memiliki aktivitas antibakteri yang tergolong sangat kuat sehingga dapat dikembangkan sebagai perawatan wajah antijerawat.

5. Deklarasi/Pernyataan

5.1 Ucapan Terima Kasih

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Farmaka Tropis, Fakultas Farmasi Universitas Mulawarman yang telah memfasilitasi proses penelitian, dan seluruh pihak yang telah terlibat dalam kelancaran penelitian ini.

5.2 Kontribusi Penulis

Nur Srimayah Hermanto berkontribusi pada persiapan draf, metodologi, analisis data, penulisan karya asli, penulisan draf awal, dan administrasi. Riski Sulistiarini berkontribusi pada analisis data, metodologi, review penulisan, penyuntingan, dan supervisi. Vina Maulidya berkontribusi pada review penulisan, penyuntingan, dan supervisi.

5.3 Konflik Kepentingan

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan.

6. Daftar Pustaka

- [1] R. Anindita, D. D. Nathalia, M. Perwitasari, I. K. Putri, M. U. Beandrade, and N. R. A. Harahap, "Antibacterial Bioactivity Test of Bilimbi Fruit Ethanol Extract (*Averrhoa bilimbi* Linn). Against *Propionibacterium acnes*, *Staphylococcus epidermidis* and *Staphylococcus aureus*," *Biology, Medicine, & Natural Product Chemistry*, vol. 13, no. 1, pp. 173–182, May 2024, doi: <https://doi.org/10.14421/biomedich.2024.131.173-182>.
- [2] T. Jennings *et al.*, "Acne scarring-pathophysiology, diagnosis, prevention and education – Part 1," *Journal of the American Academy of Dermatology*, vol. 90, no. 6, Jul. 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jaad.2022.04.021>.
- [3] C. Torres-Barceló, "The disparate effects of bacteriophages on antibiotic-resistant bacteria," *Emerging Microbes & Infections*, vol. 7, no. 1, pp. 1–12, Dec. 2018, doi: <https://doi.org/10.1038/s41426-018-0169-z>.
- [4] S. A. Villarreal-Soto, S. Beaufort, J. Bouajila, J.-P. Souchard, and P. Taillandier, "Understanding Kombucha Tea Fermentation: A Review," *Journal of Food Science*, vol. 83, no. 3, pp. 580–588, Mar. 2018, doi: <https://doi.org/10.1111/1750-3841.14068>.
- [5] S. Chakravorty, S. Bhattacharya, D. Bhattacharya, S. Sarkar, and R. Gachhui, "Kombucha: A Promising Functional Beverage Prepared From Tea," *Non-Alcoholic Beverages*, vol. 1, no. 1, pp. 285–327, 2019, doi: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-815270-6.00010-4>.
- [6] K.-Y. Nyiew, P. J. Kwong, and Y.-Y. Yow, "An overview of antimicrobial properties of kombucha," *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, vol. 21, no. 2, pp. 1024–1053, Mar. 2022, doi: <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12892>.
- [7] D. Bhattacharya *et al.*, "Antibacterial Activity of Polyphenolic Fraction of Kombucha Against Enteric Bacterial Pathogens," *Current Microbiology*, vol. 73, no. 6, pp. 885–896, Sep. 2016, doi: <https://doi.org/10.1007/s00284-016-1136-3>.
- [8] Sofiya Maulida, A. R. Hakim, and M. Sobirin Mohtar, "A Analysis of Tannin Content of Ethanol Extract of Candlenut Stem Bark (*Aleurites moluccana* (L.) Willd) by Titrimetric Method," *Journal Pharmaceutical Care and Sciences*, vol. 1, no. 1, pp. 85–93, 2020, Available: <https://ejurnal.unism.ac.id/index.php/jpcs/article/view/28>
- [9] W. C. Prabowo, K. R. Wirasutisna, and M. Insanu, "Isolation and Characterization of 3-Acetyl Aleuritolic Acid and Scopoletin from Stem Bark of *Aleurites moluccana* (L.) Willd.," *Int. J. Pharm. Sci.*, vol. 5, no. 3, pp. 53–85, Jun. 2013, Available: <https://www.semanticscholar.org/paper/ISOLATION-AND-CHARACTERIZATION-OF-3-ACETYL-ACID-AND-Prabowo-Wirasutisna/78ff70a3f8987151efeded9b597196df7000ca04>

- [10] X. S. Noundou, R. W. M. Krause, S. F. van Vuuren, D. T. Ndinteh, and D. K. Olivier, "Antibacterial effects of *Alchornea cordifolia* (Schumacher and Thonn.) Müll. Arg extracts and compounds on gastrointestinal, skin, respiratory and urinary tract pathogens," *Journal of Ethnopharmacology*, vol. 179, no. 1, pp. 76–82, Feb. 2016, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.12.043>.
- [11] T. Napiroon, M. Bacher, H. Balselv, K. Tawaitakham, W. Santimaleeworagun, and S. Vajrodaya, "Scopoletin from *Lasianthus lucidus* Blume (Rubiaceae): A Potential Antimicrobial against multidrug-resistant *Pseudomonas aeruginosa*," *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, vol. 8, no. 9, pp. 1–6, Sep. 2018, doi: <https://doi.org/10.7324/japs.2018.8901>.
- [12] H. Shahbazi, H. Hashemi Gahruie, M.-T. Golmakani, M. H. Eskandari, and M. Movahedi, "Effect of Medicinal Plant Type and Concentration on physicochemical, antioxidant, antimicrobial, and Sensorial Properties of Kombucha," *Food Science & Nutrition*, vol. 6, no. 8, pp. 2568–2577, Oct. 2018, doi: <https://doi.org/10.1002/fsn3.873>.
- [13] R. P. Sinha and HäderD.-P., *Natural bioactive compounds : technological advancements*. London, United Kingdom: Academic Press, 2021.
- [14] J. Kim and K. Adhikari, "Current Trends in Kombucha: Marketing Perspectives and the Need for Improved Sensory Research," *Beverages*, vol. 6, no. 1, p. 15, Mar. 2020, doi: <https://doi.org/10.3390/beverages6010015>.
- [15] V. Kumar and V. K. Joshi, "Therapeutic Value Article in International Journal of Food and Fermentation Technology," *Intl. J. Food. Ferment. Technology*, vol. 6, no. 1, pp. 13–24, 2016, doi: <https://doi.org/10.5958/2277-9396.2016.00022.2>.
- [16] J. C. da S. Júnior, Í. Meireles Mafaldo, I. de Lima Brito, and A. M. Tribuzy de Magalhães Cordeiro, "Kombucha: Formulation, Chemical composition, and Therapeutic potentialities," *Current Research in Food Science*, vol. 5, no. 1, pp. 360–365, Jan. 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2022.01.023>.