

Potensi Ekstrak Sambiloto (*Andrographis paniculata*) sebagai Komponen Fungsional dalam Produk Susu: Review

Potential of Sambiloto (Andrographis paniculata) Extract as Functional Component in Milk Products: A Review

A W Saputra¹ dan C N Yunita^{1*}

¹ Program Studi Nutrisi dan Teknologi Pakan Ternak Fakultas Pertanian dan Peternakan Universitas Muhammadiyah Kotabumi

*E-mail : citra.nurma.yunita@umko.ac.id

Abstract : The consumption of functional foods continues to rise, alongside growing public awareness of the importance of health. One of the natural ingredients that has great potential as a functional component is sambiloto (Andrographis paniculata), which is known to have antioxidant, anti-inflammatory, antimicrobial, and immunostimulant activities. This study aims to evaluate the opportunities and challenges of adding Andrographis paniculata extract to milk products. The method used is a literature study of various scientific publications accessed through databases such as Google Scholar, PubMed, and ScienceDirect. The results of the review indicate that Andrographis paniculata has a promising opportunity to increase the functional value of dairy products. Challenges that need attention include the characteristics of the bitter taste, potential interactions with milk components, and consumer acceptance. In conclusion, Andrographis paniculata extract has the potential to become a functional natural ingredient in milk products, but this development requires appropriate processing and formulation technology to overcome existing challenges.

Keywords: Antioxidant, formulation technology, functional milk, milk processing, natural additive

Diterima: 10 Juli 2025, disetujui 29 September 2025

PENDAHULUAN

Konsumsi pangan fungsional terus meningkat seiring dengan kesadaran masyarakat akan pentingnya gaya hidup sehat. Pangan fungsional didefinisikan sebagai makanan yang tidak hanya menyediakan nilai gizi dasar, tetapi juga memberikan manfaat tambahan bagi kesehatan, seperti meningkatkan sistem imun, mengurangi risiko penyakit kronis, serta memperbaiki fungsi fisiologis tubuh (Karelakis *et al.*, 2020). Produk susu merupakan salah satu media yang potensial untuk dikembangkan sebagai produk fungsional karena kandungan nutrisinya yang lengkap dan mudah dikombinasikan dengan berbagai bahan aktif nabati. Salah satu tanaman herbal yang memiliki potensi tinggi sebagai komponen fungsional dalam produk susu adalah ekstrak sambiloto (*Andrographis paniculata*) (Darsini dan Aryani, 2022).

Salah satu bahan alami yang menarik perhatian dalam pengembangan pangan fungsional adalah ekstrak sambiloto (*Andrographis paniculata*). Tanaman ini memiliki sejarah tentang pemanfaatannya dalam pengobatan tradisional di kawasan Asia, termasuk di Indonesia, India, dan Tiongkok (Saras, 2023). Sambiloto mengandung berbagai senyawa bioaktif, terutama andrographolide, yang dilaporkan memiliki aktivitas farmakologis seperti antioksidan, antiinflamasi, antimikroba, hepatoprotektif, dan imunostimulan



Lisensi :

Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 International License

(Mehta *et al.*, 2021). Senyawa andrographolide dalam sambiloto berkontribusi mendukung sistem imun dan menghambat radikal bebas, misalnya dengan meningkatkan kemampuan sel darah putih dalam menyerang bakteri dan antigen lain (Karelakis *et al.*, 2020). Flavonoid di dalamnya berperan sebagai agen antiinflamasi (Ulvia *et al.*, 2023). Tanaman herbal ini secara etnobotani dimanfaatkan untuk mengobati berbagai penyakit seperti penyakit hati, penyakit jantung, kanker, gigitan ular, pencernaan, malaria, penyakit kuning, bronkitis, dan lain-lain (Kondalkar *et al.*, 2019). Potensi yang dimiliki sambiloto menjadikan peluang yang baik untuk dikembangkan sebagai bahan fungsional dalam produk pangan, termasuk produk susu.

Ekstrak sambiloto (*Andrographis paniculata*) yang diterapkan dalam produk susu membuka peluang untuk menggabungkan manfaat nutrisi susu dengan kandungan bioaktif sambiloto, sehingga menghasilkan produk inovatif yang tidak hanya kaya nutrisi tetapi juga berpotensi dalam meningkatkan kesehatan. Penerapan ini menjadi salah satu strategi dalam diversifikasi produk susu fungsional. Kandungan senyawa fenolik dalam ekstrak sambiloto, seperti flavonoid, memiliki kemampuan tinggi untuk berinteraksi dengan protein susu. Interaksi ekstrak sambiloto ke dalam matriks susu terjadi melalui mekanisme non-kovalen, terutama ikatan hidrogen dan gaya hidrofobik antara gugus polifenol pada ekstrak sambiloto dengan struktur protein susu (Han *et al.*, 2019). Proses interaksi tersebut dapat membentuk ikatan kompleks polifenol–protein yang berperan dalam menstabilkan struktur protein selama pengolahan dan penyimpanan produk (Li *et al.*, 2015). Formulasi produk susu dengan penambahan ekstrak sambiloto memberikan peluang untuk meningkatkan nilai aktivitas antioksidan produk (Harini *et al.*, 2015).

Keberhasilan suatu produk fungsional tidak hanya bergantung pada efektivitas dari komponen bioaktif, tetapi juga pada kesesuaian karakteristik sensoris (Kurniawati, 2023). Penerapan ekstrak sambiloto dalam produk susu tidak terlepas dari tantangan, terutama rasa pahit yang kuat dari ekstrak tersebut, yang dapat memengaruhi mutu sensoris dan menurunkan tingkat penerimaan konsumen (Putri *et al.*, 2025). Tantangan lain yang perlu diperhatikan adalah stabilitas senyawa bioaktif sambiloto dalam matriks susu selama proses pengolahan dan penyimpanan. Interaksi senyawa bioaktif sambiloto dengan komponen susu, seperti protein dan lemak, juga berpotensi memengaruhi efektivitas senyawa tersebut maupun karakteristik fisik produk akhir (Saragih *et al.*, 2023). Upaya mengoptimalkan manfaat sambiloto dalam produk susu harus didukung oleh strategi teknologi dan formulasi yang tepat agar dapat meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan.

Berdasarkan uraian di atas, tinjauan ini bertujuan untuk mengevaluasi peluang dan tantangan dalam aplikasi ekstrak sambiloto pada produk susu. Tinjauan ini juga diharapkan dapat menjadi acuan bagi peneliti dan industri pangan dalam mengembangkan produk susu fungsional berbasis ekstrak sambiloto yang bernilai tambah tinggi dari segi gizi, kesehatan, dan potensi komersial. Pemahaman terhadap berbagai aspek peluang dan tantangan yang ada menjadi dasar penting untuk mewujudkan pengembangan produk susu fungsional berbasis bahan alami seperti sambiloto secara lebih terarah dan efektif.

METODE PENELITIAN

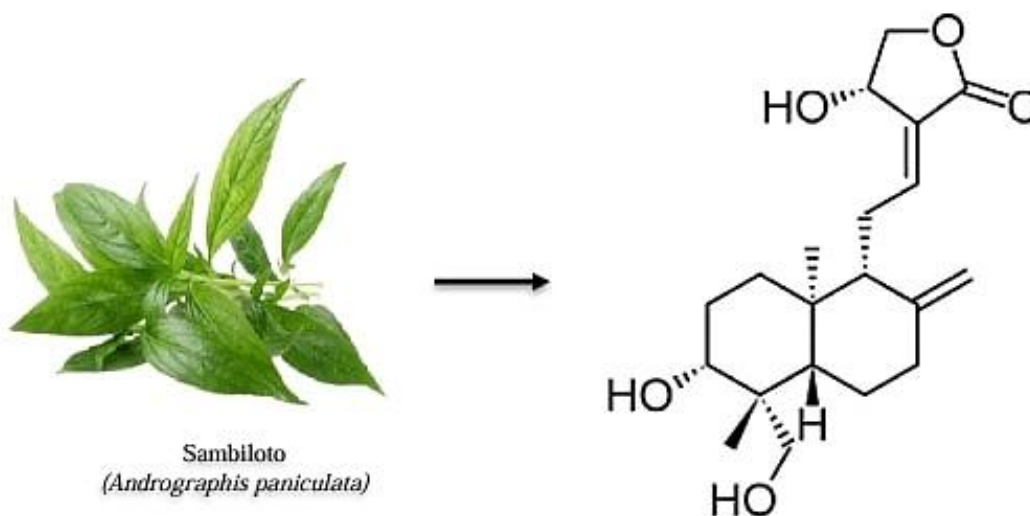
Metode yang digunakan berupa studi literatur dari berbagai publikasi ilmiah yang diakses melalui database seperti Google Scholar, Scopus, ScienceDirect, dan Google Book. Identifikasi literatur dilakukan menggunakan pencarian berbasis kata kunci “*Andrographis paniculata*”, “Sambiloto extract”, “Functional dairy enriched with Andrographolide”, “Antioxidant in milk product”, “Milk protein interaction with herbal bioactives”, “MAE andrographolide”. Pencarian artikel dibatasi 10 tahun terakhir dari tahun 2015 sampai 2025. Referensi yang memiliki relevansi digunakan sebagai acuan untuk memperkuat isi pembahasan dan mendukung keakuratan informasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Karakteristik Senyawa Bioaktif: Sifat Fungsional Sambiloto (*Andrographis paniculata*)

Sambiloto (*Andrographis paniculata*) merupakan tanaman herbal yang termasuk dalam famili Acanthaceae dan telah lama dimanfaatkan dalam sistem pengobatan tradisional di berbagai wilayah Asia (Atmaja *et al.*, 2023). Senyawa yang terkandung dalam sambiloto meliputi andrographolide dan flavonoid (Mehta *et al.*, 2021). Kandungan senyawa bioaktif tersebut dapat memberikan potensi fungsional, sehingga mendukung upaya peningkatan kesehatan melalui pengembangan produk pangan fungsional berbasis bahan alami (Purwanto, 2022).

Senyawa bioaktif utama yang terkandung dalam sambiloto adalah andrographolide, yaitu senyawa alami yang berperan dalam menghasilkan berbagai aktivitas farmakologis dan berkontribusi besar terhadap manfaat kesehatan (Septiani *et al.*, 2021). Andrographolide merupakan senyawa alami dengan struktur kimia yang relatif kompleks serta dikenal luas karena aktivitas biologisnya yang beragam yaitu sebagai imunostimulan (meningkatkan kekebalan tubuh), antipiretik (menurunkan panas dan demam), antiinflamasi (antiradang), hepatoprotektif, hipotensi, hipoglikemik, antibakteri, antiradang saluran napas, serta meridian jantung dan paru-paru, selain itu senyawa ini berpotensi dalam menurunkan risiko berbagai penyakit kronis yang dipicu oleh stres oksidatif (Hakim dan Jufri, 2018). Struktur kimia senyawa andrographolide dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur kimia Andrographolide

Flavonoid yang terkandung dalam tanaman sambiloto lebih dari 30 jenis meliputi apigenin, kuersetin, 7-O-metilwogonin, luteolin, golongan flavon yang termetoksilasi serta golongan xanthon yang termetoksilasi (Rachmani *et al.*, 2018). Senyawa flavonoid adalah salah satu senyawa yang memiliki aktivitas antioksidan yang dapat mereduksi radikal bebas. Reaksi oksidasi yang berlebihan dalam tubuh dapat memicu timbulnya penyakit. Radikal bebas menimbulkan reaksi berantai yang menyebabkan sel tubuh mengalami kerusakan, sehingga dibutuhkan antioksidan untuk menghambat atau mencegah proses reaksi radikal bebas (Yuslianti, 2018). Karakteristik kandungan senyawa dalam tanaman **sambiloto** menunjukkan potensi besar sebagai bahan tambahan dalam pengembangan **produk pangan fungsional**.

2. **Teknologi: Strategi Pengendalian Rasa Pahit Ekstrak Sambiloto (*Andrographis paniculata*)**

Ekstrak sambiloto (*Andrographis paniculata*) memiliki rasa pahit yang sangat kuat, sehingga menjadi kendala utama dalam penggunaannya sebagai bahan tambahan pada produk pangan fungsional. Kandungan senyawa - senyawa bioaktif di dalamnya menjadikan sambiloto bernilai secara fungsional, tetapi intensitas rasa pahit yang tinggi dapat menurunkan tingkat penerimaan konsumen (Septiani *et al.*, 2021). Strategi pengendalian rasa perlu diterapkan untuk mengurangi atau menekan intensitas rasa pahit agar produk dapat diterima oleh konsumen, menjaga kestabilan serta efektivitas senyawa aktif yang terkandung di dalam ekstrak.

Strategi untuk mengurangi atau menekan rasa pahit dari ekstrak sambiloto telah diterapkan oleh peneliti melalui berbagai pendekatan agar produk yang dihasilkan dapat diterima. Inovasi berbasis teknologi telah dikembangkan sebagai upaya meminimalisir cita rasa pahit. Penurunan intensitas rasa pahit melalui pemanfaatan teknologi tidak hanya ditujukan untuk meningkatkan penerimaan, tetapi juga untuk memastikan senyawa bioaktif tetap stabil dan efektif saat diformulasikan ke dalam produk akhir. Penerapan pendekatan teknologi menjadi landasan penting dalam pengembangan formulasi produk yang memiliki nilai fungsional sekaligus memenuhi aspek organoleptik. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk mengeksplorasi metode yang efektif dalam meminimalisir rasa pahit ekstrak sambiloto, sehingga senyawa bioaktif di dalamnya tetap terjaga. Berdasarkan berbagai hasil penelitian yang telah dilaporkan, metode untuk meminimalisir rasa pahit ekstrak sambiloto dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil penelitian terkait metode meminimalisir rasa pahit ekstrak sambiloto

No	Penulis (Tahun)	Judul	Metode Meminimalisir Rasa Pahit
1	Rahayu, <i>et al.</i> (2024)	Interaction of Sambiloto (<i>Andrographis paniculata</i>) Bioactive Compound with Milk Protein (Whey and Casein) Through Molecular Docking and Molecular Dynamics Simulation as a Basis for Encapsulation	<i>In silico</i> : Molecular docking & dynamics Tidak langsung menghilangkan, tapi mendukung desain carrier protein untuk mengurangi kontak senyawa pahit
2	Winarti, <i>et al.</i> (2015)	Effect of acid hydrolysis on the characteristics of andrographolide-loaded arrowroot starch nanoparticles	Enkapsulasi menggunakan nanopartikel pati garut untuk mengisolasi senyawa pahit
3	Koay, <i>et al.</i> (2022)	Probe Ultrasonic-Assisted Extraction of Andrographolide Rich Extract from <i>Andrographis paniculata</i> : Processing Parameters Optimization Using Response Surface Methodology	<i>Ultrasound-assisted extraction</i> (dengan probe sonicator) dikombinasikan dengan optimasi proses Response Surface Methodology (RSM) .
4	Rahayu, <i>et al.</i> (2023)	Characterization of <i>Andrographis Paniculata</i> Extract Obtained by Microwave-Assisted Extraction (MAE) Method with Radiation Time	<i>Microwave-Assisted Extraction</i> (MAE) menggunakan optimasi waktu radiasi
5	Gbadebo (2023)	Ultrasonic-assisted extraction of andrographolide and bioactive diterpene lactones from <i>andrographis paniculata</i>	<i>Ultrasound-Assisted Extraction</i> (UAE) untuk mengurangi rasa pahit

Teknologi yang diterapkan untuk meminimalkan rasa pahit ekstrak sambiloto melalui metode *in silico* berbasis *molecular docking* dan *molecular dynamics* yang digunakan untuk mengkaji interaksi antara senyawa bioaktif (andrographolide) dengan protein (kasein dan whey). Hasil analisis molekuler senyawa bioaktif dengan protein menjadi dasar dalam pengembangan sistem penghantaran yang mampu menekan rasa pahit ekstrak yang dihasilkan (Rahayu *et al.*, 2024). Enkapsulasi menggunakan nanopartikel berbahan dasar

pati garut dilakukan untuk membentuk matriks pelindung berskala nano yang berfungsi mengisolasi rasa pahit (Winarti *et al.*, 2015). Penerapan strategi ini berkontribusi dalam meningkatkan kualitas sensori formulasi tanpa menurunkan stabilitas maupun efektivitas senyawa bioaktif.

Ekstraksi berbasis gelombang seperti *Ultrasound-Assisted Extraction* (UAE) yang dikombinasikan dengan pendekatan optimasi *Response Surface Methodology* (RSM), serta *Microwave-Assisted Extraction* (MAE), dapat menimalisir rasa pahit ekstrak sambiloto. Pemanfaatan UAE memungkinkan terjadinya kavitasi yang efektif dalam memecah dinding sel sambiloto, sehingga pelepasan senyawa aktif menjadi lebih selektif dalam mengurangi intensitas rasa pahit (Gbadebo, 2023). RSM dalam proses UAE memberikan keunggulan dalam menentukan parameter ekstraksi paling optimal, seperti suhu, waktu, dan rasio pelarut, untuk memperoleh ekstrak dengan profil senyawa aktif yang lebih bersih, sehingga intensitas rasa pahit dapat diminimalkan (Koay *et al.*, 2022). MAE mampu mempercepat difusi senyawa bioaktif tanpa memerlukan waktu ekstraksi yang lama. Efektivitas waktu dan kontrol suhu menggunakan MAE merupakan salah satu teknik yang potensial untuk menghasilkan ekstrak sambiloto dengan profil rasa yang lebih ringan tanpa mengurangi kandungan senyawa fungsional (Rahayu *et al.*, 2023).

3. Aplikasi Potensial Ekstrak Sambiloto (*Andrographis paniculata*) dalam Produk Susu

Produk susu merupakan bahan pangan yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai pangan fungsional, karena kandungan nutrisi yang lengkap serta sifatnya yang fleksibel untuk dimodifikasi sesuai kebutuhan formulasi. Susu mengandung komponen alami seperti protein, lemak, vitamin, dan mineral yang mendukung fungsi fisiologis tubuh (Suciati dan Safitri, 2021). Keberadaan komponen alami dalam susu mendukung integrasi senyawa bioaktif tambahan sebagai upaya dalam meningkatkan kualitas produk yang dihasilkan (Fajriani *et al.*, 2024). Kemampuan susu dalam mengikat senyawa fungsional menjadikannya media yang ideal untuk pengembangan produk dengan nilai tambah kesehatan, seperti formulasi berbasis ekstrak sambiloto (*Andrographis paniculata*).

Pengembangan produk susu berbasis ekstrak sambiloto dilakukan untuk mengevaluasi sejauh mana senyawa bioaktif yang terkandung di dalamnya mampu memberikan kontribusi terhadap peningkatan nilai fungsional tanpa menurunkan kualitas sensori maupun mutu gizi susu. Kajian terhadap berbagai parameter meliputi sifat fisik, kimia, serta organoleptik, sehingga dapat diperoleh gambaran komprehensif mengenai potensi ekstrak sambiloto dalam formulasi produk susu fungsional. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaporkan, ringkasan temuan terkait aplikasi ekstrak sambiloto pada produk susu disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil penelitian terkait aplikasi ekstrak sambiloto terhadap produk susu

No	Penulis (Tahun)	Hasil
1	Maylina dan Sari (2023)	Ekstrak sambiloto yang ditambahkan 8% dalam es krim menunjukkan nilai IC50 sebesar 1347,44 ppm, ekstrak sambiloto 16% yang ditambahkan dalam es krim nilai IC50 sebesar 806,92 ppm, sedangkan ekstrak sambiloto 24% yang ditambahkan pada es krim menunjukkan nilai IC50 yaitu 794,52 ppm. Nilai IC50 yang lebih rendah menggambarkan aktivitas antioksidan yang lebih kuat atau tinggi, sehingga peningkatan konsentrasi ekstrak sambiloto dalam es krim berbanding lurus dengan meningkatnya kandungan antioksidan produk.
2	Syahrana dan Nonci (2023)	Integrasi ekstrak sambiloto dalam susu dapat memberikan efek ganda, yaitu memperkaya kandungan antioksidan sekaligus menambah nilai antiinflamasi, sehingga susu tidak hanya berperan sebagai sumber gizi makro dan mikro tetapi juga sebagai media penghantaran senyawa bioaktif. Konsentrasi yang optimal dari ekstrak daun sambiloto terhadap sediaan krim adalah 1,6%. Senyawa bioaktif dalam sambiloto, terutama andrographolide, menunjukkan aktivitas optimal dalam menekan respon peradangan secara efektif tanpa menimbulkan

No	Penulis (Tahun)	Hasil
		efek samping yang merugikan.
3	Zhao, <i>et al.</i> (2017)	Susu fermentasi yang ditambahkan ekstrak sambiloto sebanyak 3% menunjukkan kualitas fisik dan kimia yang baik. Cita rasa manis dari susu mampu menutupi rasa pahit alami sambiloto. Penambahan ekstrak sambiloto meningkatkan kandungan antioksidan pada produk susu. Ekstrak sambiloto yang ditambahkan dalam susu sebanyak 3% memberikan dampak nyata terhadap aktivitas antioksidan. Nilai IC50 menunjukkan konsentrasi sampel yang dibutuhkan untuk menghambat radikal bebas sebesar 50%.
4	Mulyani, <i>et al.</i> (2018)	Ekstrak sambiloto yang ditambahkan menunjukkan aktivitas antioksidan tinggi. Penggunaan ekstrak daun sambiloto 20% menghasilkan tekstur es krim yang kurang disukai. Kelembutan tekstur es krim ditentukan oleh viskositas dan jumlah padatan. Tingginya jumlah padatan dapat menurunkan kadar air dalam es krim. Kristal es berukuran besar terbentuk pada es krim dengan total padatan rendah sehingga teksturnya menjadi kasar.
5	Arbianti, <i>et al.</i> (2017)	Andrographis paniculata dikenal sebagai herbal dengan potensi anti-diabetes. Senyawa aktif utama AP yaitu andrografolida berfungsi sebagai penghambat enzim α -glukosidase. Produk susu berperan sebagai media enkapsulasi ideal karena protein kasein mampu membentuk misel yang stabil, melindungi senyawa bioaktif, dan meningkatkan bioavailabilitasnya. Penambahan ekstrak sambiloto 22% dalam susu mampu menjadi peluang besar untuk menghadirkan pangan fungsional. Ekstrak sambiloto 22% yang ditambahkan dalam susu menunjukkan organoleptik warna 4,63, aroma 3,87, dan terjadi penurunan organoleptik rasa 1,20 serta tekstur 3,27. Hasil tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi tinggi dapat menurunkan penerimaan rasa dan tekstur, sehingga disarankan penggunaan konsentrasi lebih rendah, misalnya 2–8%, agar manfaat bioaktif tetap optimal tanpa menurunkan kualitas sensori.

Tabel 2 menunjukkan bahwa ekstrak sambiloto memiliki potensi besar dalam pengembangan produk susu fungsional. Penambahan ekstrak sambiloto pada produk susu seperti es krim dan susu fermentasi terbukti meningkatkan aktivitas antioksidan, yang ditunjukkan dengan nilai IC50 semakin rendah seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak yang ditambahkan (Maylina dan Sari, 2023). Kandungan antioksidan memberikan manfaat kesehatan tambahan karena mampu menekan aktivitas radikal bebas dalam tubuh. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak sambiloto tidak hanya berperan sebagai bahan tambahan alami, tetapi juga berpotensi meningkatkan nilai fungsional dan daya saing produk susu di pasaran.

Susu berperan sebagai media penghantaran senyawa bioaktif secara efektif. Protein kasein membentuk misel yang melindungi andrographolide dalam produk susu (Fajriani *et al.*, 2024). Perlindungan tersebut meningkatkan stabilitas serta bioavailabilitas senyawa aktif di dalam tubuh. Integrasi protein susu dengan andrographolide menunjukkan potensi susu sebagai sistem enkapsulasi alami bagi senyawa fungsional herbal. Matriks susu menyediakan lingkungan yang kaya akan protein, lemak, dan mineral untuk melindungi senyawa bioaktif dari degradasi oksidatif maupun enzimatis (Mulyani *et al.*, 2018). Penambahan ekstrak sambiloto pada produk berbasis susu terbukti mampu meningkatkan aktivitas antioksidan. Nilai IC50 yang semakin rendah pada konsentrasi lebih tinggi menggambarkan potensi senyawa bioaktif dalam menetralkan radikal bebas (Syahrana dan Nonci, 2023).

Formulasi es krim yang mengandung ekstrak sambiloto memerlukan perhatian khusus terhadap aspek organoleptik, karena karakter rasa pahit dari sambiloto dapat memengaruhi penerimaan konsumen.

Evaluasi sensorik perlu dilakukan untuk menilai tingkat kesukaan terhadap atribut rasa, aroma, warna, dan tekstur, yang menjadi indikator utama dalam menentukan kelayakan produk untuk dikembangkan lebih lanjut. Formulasi ekstrak sambiloto dengan konsentrasi tinggi 16 – 24% menunjukkan penurunan skor rasa dan tekstur, hal ini terjadi karena meningkatnya intensitas pahit dan perubahan struktur kristal es akibat tingginya kandungan air. Penurunan kelembutan serta timbulnya rasa pahit menjadi factor penghambat dalam penerimaan konsumen. Penggunaan ekstrak sambiloto kisaran 2-8% dianggap lebih optimal dari segi penerimaan konsumen (Arbianti *et al.*, 2017). Selain itu, peran teknologi dalam pengolahan ekstrak sambiloto sebelum diaplikasikan ke produk susu penting untuk diperhatikan agar rasa pahit tidak mendominasi cita rasa produk yang dihasilkan. Inovasi berbasis teknologi berperan dalam menghasilkan ekstrak yang lebih sesuai untuk diformulasikan, sehingga produk olahan susu yang dihasilkan dapat meningkatkan nilai nutrisinya tanpa mengurangi kualitas visual produk.

KESIMPULAN

Ekstrak Sambiloto (*Andrographis paniculate*) memiliki potensi sebagai komponen fungsional dalam produk susu karena kandungan senyawa bioaktifnya yang bagus bagi kesehatan. Tantangan utama penambahan ekstrak dalam produk olahan susu berupa rasa pahit dan stabilitas senyawa aktif perlu diatasi melalui penerapan teknologi pengolahan yang tepat. Pengembangan formulasi produk susu berbasis sambiloto perlu mempertimbangkan aspek gizi, sensorik, dan teknis agar produk yang dihasilkan tidak hanya bernilai fungsional tetapi juga memiliki daya terima dan potensi komersial yang baik. Kajian ini dapat menjadi referensi bagi peneliti dan industri dalam mewujudkan inovasi produk susu fungsional berbahan dasar sambiloto secara lebih terarah dan aplikatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Arbianti, R., Dewi, V., Imansari, F., Hermansyah, H., dan Sahlan, M. 2017. Nano-preparation of *Andrographis paniculata* extract by casein micelle for antidiabetic agent. AIP Conference Proceedings, 1817(1). <https://doi.org/10.1063/1.4976779>.
- Atmaja, Y. N. D., Siswanto, S., Erwanto, E., dan Hartono, M. 2023. Profil Hematologi (Eritrosit, Hemoglobin, Dan Pcv) Pada Ayam Kampung Betina Yang Diberi Sambiloto. Jurnal Riset dan Inovasi Peternakan (Journal of Research and Innovation of Animals), 7(2), 237-243. <https://doi.org/10.23960/jrip.2023.7.2.237-243>.
- Darsini, D., dan Aryani, H. P. 2022. Potensi herbal Indonesia sebagai imunomodulator booster selama pandemi Covid-19. Jurnal Keperawatan, 15(1), 13-13. <http://e-journal.lppmdianhusada.ac.id/index.php/jk/article/view/158>.
- Fajriani, L. N., Anisah, A., dan Isasih, W. D. 2024. Potensi Susu Kuda dan Produk Turunannya sebagai Pangan Fungsional serta Potensi dibidang Kesehatan: Potential of Mare Milk and Its Derivatives as Functional Food and Health Benefits Potential-A review. Jurnal Teknologi Dan Mutu Pangan, 3(1), 11-21. <https://doi.org/10.30812/jtmp.v3i1.4097>.
- Gbadebo, A. 2023. Ultrasonic-assisted extraction of andrographolide and bioactive diterpene lactones from *andrographis paniculata*. Chulalongkorn. <https://doi.org/10.58837/CHULA.THE.2023.1022>.
- Hakim, A., and Jufri, A. W. 2018. Natural products laboratory project: Isolation and structure elucidation of piperin from *piper nigrum* and andrographolide from *Andrographis paniculata*. Journal of Turkish Science Education, 15(4), 15-28. <https://mail.tused.org/index.php/tused/article/view/247>.
- Han, J., Chang, Y., Britten, M., St-Gelais, D., Champagne, C. P., Fustier, P., and Lacroix, M. 2019. Interactions of phenolic compounds with milk proteins. European Food Research and Technology, 245(9), 1881– 1888. <https://doi.org/10.1007/s00217-019-03293-1>.
- Harini, N., Warkoyo, W., dan Hermawan, D. 2015. Pangan Fungsional Makanan untuk Kesehatan. Malang: UMM Press.

- Karelakis, C., Zevgitis, P., Galanopoulos, K., and Mattas, K. 2020. Consumer trends and attitudes to functional foods. *Journal of International Food & Agribusiness Marketing*, 32(3), 266-294. <https://doi.org/10.1080/08974438.2019.1599760>.
- Koay, Y. S., Hasham, R., Bohari, S. P. M., and Hamid, M. A. 2022. Probe ultrasonic-assisted extraction of andrographolide rich extract from *Andrographis paniculata*: Processing parameters optimization using response surface methodology. *Trends in Sciences*, 19(23), 385-385. <https://doi.org/10.48048/tis.2022.385>.
- Kondalkar, S., Kondalkar, A., Kumar, V., Mangal, A. K., and Prakash, O. 2019. Weeds in Gwalior and nearby regions and their medicinal properties: A case study. *Journal of Applied Biology & Biotechnology*, 7(02), 82-86. <https://doi.org/10.7324/JABB.2019.70215>.
- Kurniawati, A. D. 2023. Pengembangan Produk Pangan: Rancangan Penelitian dan Aplikasinya. Universitas Brawijaya Press.
- Li, M., Cui, J., Ngadi, M. O., and Ma, Y. 2015. Absorption mechanism of whey-protein-delivered curcumin using Caco-2 cell monolayers. *Food Chemistry*, 180, 48-54. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2015.01.132>.
- Maylina, N., dan Sari, A. E. 2023. Uji Aktivitas Antioksidan dan Daya Terima Es Krim Ekstrak Daun Sambiloto (*Andrographis paniculata* (Burm. f) Nees). *Jurnal Kesehatan Indonesia*, 13(2), 73-80. <https://doi.org/10.33657/jurkessia.v13i2.816>.
- Mehta, S., Sharma, A. K., and Singh, R. K. 2021. Pharmacological activities and molecular mechanisms of pure and crude extract of *andrographis paniculata*: An update. *Phytomedicine Plus*, 1(4), 100085. <https://doi.org/10.1016/j.phyplu.2021.100085>.
- Mulyani, D. R., Dewi, E. N., dan Kurniasih, R. A. 2018. Karakteristik es krim dengan penambahan alginat sebagai penstabil. *Jurnal Pengolahan dan Bioteknologi Hasil Perikanan*, 6(3), 36-42. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jpbhp/article/viewFile/20295/19140>.
- Obeng, S. S., Welson, D., Tih, F., Sanjaya, A., Jasaputra, D. K., Gunadi, J. W., and Yusuf, I. F. 2023. Antiinflammatory Effect of Andrographolide in Sambiloto Extract (*Andrographis paniculata*) on Ulcerative Colitis. *Keluwih: Jurnal Kesehatan dan Kedokteran*, 4(2), 88-100. <https://doi.org/10.24123/kesdok.v4i2.5909>.
- Purwanto, A. 2022. Potensi tumbuhan obat unggul Indonesia. *Biospektrum Jurnal Biologi*, 1(1), 1-10. <https://doi.org/10.33508/bios.v1i1.6867>.
- Putri, D. E., Sofiani, N. A., Suryani, C. L., dan Fitri, I. A. 2025. Pengaruh Penambahan ZnCl₂ dan Bubuk Stevia (*Stevia rebaudina* B.) Terhadap Karakteristik Fisik, Kimia, dan Aktivitas Antioksidan pada Seduhan Simplisia Sambiloto (*Andrographis paniculata*). *Journal of Food and Agricultural Technology*, 2(2), 49-64. <https://doi.org/10.26486/jfat.v2i2.3407>.
- Rachmani, E. P. N., Pramono, S., dan Nugroho, A. E. 2018. Aktivitas antioksidan fraksi flavonoid bebas andrografolid dari herba sambiloto (*Andrographis paniculata*). *Jurnal Farmasi Medica/Pharmacy Medical Journal (PMJ)*, 1(2). <https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/pmj/article/view/21642/21347>.
- Rahayu, P. P., Sawitri, M. E., Setiawan, D., and Yunita, C. N. 2024. Interaction of Sambiloto (*Andrographis paniculata*) Bioactive Compound with Milk Protein (Whey and Casein) Through Molecular Docking and Molecular Dynamics Simulation as a Basis for Encapsulation. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(7), 4129-4138. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i7.7696>.
- Rahayu, P. P., Widyastuti, E. S., Nurwahyuni, E., Yunita, C. N., and Hakim, L. 2023. Characterization of *Andrographis Paniculata* Extract Obtained by Microwave-Assisted Extraction (MAE) Method with Radiation Time. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(12), 11289-11295. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i12.5624>.

- Saputra dan Yunita : Potensi Ekstrak Sambiloto (Andrographis paniculata) sebagai Komponen Fungsional dalam Produk Susu: Review /Peterpan 7 (2): 83—91*
- Saragih, G., Hidayani, T. R., Mirnandaulia, M., Ginting, C. N., dan Fachrial, E. 2023. Mikroba Endofit Dalam Dunia Kesehatan: Manfaat Dan Aplikasi. Publish Buku Unpri Press ISBN, 1(1), 1-83.
- Saras, T. 2023. Sambiloto: Manfaat dan Khasiat Tumbuhan Obat Indonesia. Tiram Media.
- Septiani, D. A., Hakim, A., Patech, L. R., Zulhalifah, Z., and Siswadi, S. 2021. Isolation and identification of Andrographolide compounds from the leaves of Sambiloto plant (*Andrographis paniculata* Ness). *Acta Chimica Asiana*, 4(1), 108-113. <https://doi.org/10.29303/aca.v4i1.65>.
- Suciati, F., dan Safitri, L. S. 2021. Pangan Fungsional Berbasis Susu dan Produk Turunannya. *Journal of Surimi (Sustainable Research In Management of Agroindustry)*, 1(1), 13-19. <https://doi.org/10.35970/surimi.v1i1.535>.
- Syahrana, N. A., dan Nonci, F. Y. 2023. Uji Aktivitas Antiinflamasi Sediaan Krim Ekstrak Etanol Daun Sambiloto (*Andrographis paniculate* nees) Terhadap Mencit (*Mus musculus*). *Medical Sains: Jurnal Ilmiah Kefarmasian*, 8(1), 77-84. <https://doi.org/10.37874/ms.v8i1.624>.
- Ulvia, R., Gani, A. P., and Murwanti, R. 2023. The Role of *Andrographis paniculata* in Modulating the Immune Response in Cancer-Associated Chronic Inflammation, Angiogenesis, and Metastasis. *Pharmaceutical Sciences*, 29(1), 20–36. <https://doi.org/10.34172/PS.2022.25>.
- Winarti, C., Richana, N., and Sunarti, T. C. 2015. Effect of acid hydrolysis on the characteristics of andrographolide-loaded arrowroot starch nanoparticles. *International journal of food engineering*, 1(1). <https://doi.org/10.18178/ijfe.1.1.29-33>.
- Yuslianti, E. R. 2018. Pengantar radikal bebas dan antioksidan. Deepublish.
- Zhao, H., Cheng, N., He, L., Peng, G., Xue, X., Wu, L., and Cao, W. 2017. Antioxidant and Hepatoprotective Effects of a Cerana Honey Against Acute Alcohol-Induced Liver Damage in Mice. *Food Research International*, 101(1), 35-44. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2017.08.014>