

Artikel Review

Aplikasi Farmakologis dan Formulasi Jamu sebagai Bahan Aktif dalam Produk Nutrasetikal dan Makanan Fungsional: Tinjauan Komprehensif

Pharmacological Applications and Jamu Formulations as Active Ingredients in Nutraceutical and Functional Food Products: A Comprehensive Review

Nanny Djaya¹, Hadi Kuncoro², Daniel Tjen³, Jaya Suprana³, Fajar Prasetya^{1,2,3*},

¹Rumah Sakit Pendidikan & Riset Atma Jaya, Fakultas Kedokteran, Kesehatan Masyarakat & Gizi, Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, Jakarta, Indonesia

²Fakultas Farmasi, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

³Dewan Jamu Indonesia, Jakarta, Indonesia

*Email Korespondensi: fajarprasetya@farmasi.unmul.ac.id

Abstrak

Jamu, sebagai warisan pengobatan tradisional Indonesia, telah digunakan secara turun-temurun untuk menjaga kesehatan dan mengobati berbagai penyakit. Seiring meningkatnya kesadaran global akan manfaat produk alami, potensi jamu kini dieksplorasi secara ekstensif dalam pengembangan produk nutrasetikal dan makanan fungsional modern. Artikel review komprehensif ini bertujuan untuk mengkaji secara mendalam aplikasi farmakologis dari bahan-bahan jamu, mengidentifikasi senyawa bioaktif, serta menganalisis tantangan dan inovasi dalam formulasi produk-produk tersebut. Kami mengulas peran ganda dari metabolit primer dan sekunder, dengan fokus pada senyawa bioaktif utama seperti kurkuminoid, andrografolida, dan gingerol, yang terbukti memiliki aktivitas antiinflamasi, antioksidan, dan imunomodulator. Selain itu, kami menganalisis tantangan formulasi kritis seperti stabilitas, bioavailabilitas, dan isu organoleptik. Solusi teknologi canggih seperti mikroenkapsulasi, nanoteknologi (nanoemulsi, liposom), dan penggunaan bioenhancers juga dibahas secara rinci. Kami menyimpulkan bahwa integrasi jamu ke dalam produk modern memerlukan pendekatan ilmiah yang ketat, termasuk standarisasi ekstrak, validasi klinis yang transparan, dan regulasi yang jelas, untuk menjamin keamanan dan khasiatnya. Artikel ini memberikan landasan ilmiah yang kuat untuk penelitian dan pengembangan jamu di masa depan.

Kata kunci: Jamu, nutrasetikal, makanan fungsional, metabolit primer, metabolit sekunder, senyawa bioaktif, formulasi.

Abstract

Jamu, as a traditional Indonesian medicinal heritage, has been used for generations to maintain health and treat various diseases. With the growing global awareness of the

Akademik Editor :

Diterima: 12 Juli 2025

Disetujui: 27 Juli 2025

Publikasi : 31 Juli 2025

Sitasi : N. . Djaya, H. Kuncoro, D. Tjen, J. Suprana, and F. Prasetya, "Aplikasi Farmakologis dan Formulasi Jamu sebagai Bahan Aktif dalam Produk Nutrasetikal dan Makanan Fungsional: Tinjauan Komprehensif", *J. Sains. Kes.*, vol. 6, no. 2, pp. 101–115, Jul. 2025, doi: 10.30872/jsk.v6i2.840.

Copyright : © tahun, Jurnal Sains dan Kesehatan (J. Kes.). Published by Faculty of Pharmacy, University of Mulawarman, Samarinda, Indonesia. This is an Open Access article under the CC-BY-NC License



benefits of natural products, the potential of *jamu* is now being extensively explored in the development of modern nutraceuticals and functional food products. This comprehensive review article aims to deeply examine the pharmacological applications of *jamu* ingredients, identify bioactive compounds, and analyze the challenges and innovations in the formulation of these products. We review the dual roles of primary and secondary metabolites, focusing on key bioactive compounds such as curcuminoids, andrographolide, and gingerol, which have been proven to exhibit anti-inflammatory, antioxidant, and immunomodulatory activities. In addition, we analyse critical formulation challenges such as stability, bioavailability, and organoleptic issues. Advanced technological solutions, including microencapsulation, nanotechnology (nano emulsions, liposomes), and the use of bioenhancers, are also discussed in detail. We conclude that the integration of *jamu* into modern products requires a rigorous scientific approach, including extract standardization, transparent clinical validation, and clear regulatory frameworks to ensure both safety and efficacy. This article provides a strong scientific foundation for the future research and development of *jamu*.

Keywords: Jamu, nutraceuticals, functional foods, primary metabolites, secondary metabolites, bioactive compounds, formulation.

1 Pendahuluan

Jamu telah dipraktikkan selama berabad-abad di Indonesia dan berakar kuat dalam praktik budaya dan kehidupan sehari-hari masyarakat lokal. Jamu bukan hanya sistem pengobatan, melainkan pendekatan holistik yang mengintegrasikan kesejahteraan fisik, spiritual, dan emosional. Praktik Jamu terjalin erat dengan pandangan dunia Indonesia, yang menekankan keharmonisan dengan alam, keseimbangan, dan keterkaitan antara tubuh, pikiran, dan jiwa. Ini mewujudkan prinsip-prinsip penyembuhan holistik, mengakui pentingnya gaya hidup, lingkungan, dan kesehatan emosional dalam kesejahteraan secara keseluruhan.

Seiring pergeseran sistem kesehatan secara global menuju praktik-praktik integratif, nilai sistem pengobatan tradisional semakin diakui. Integrasi Jamu ke dalam praktik medis modern melibatkan standarisasi, penelitian ilmiah, dan kolaborasi antara tabib tradisional dan profesional kesehatan. Studi terbaru mulai memvalidasi beberapa klaim tradisional tentang Jamu, mengeksplorasi sifat farmakologis dari komponen-komponennya. Berbagai program pendidikan dan lokakarya telah dirancang untuk melatih para profesional kesehatan dalam prinsip-prinsip Jamu, memungkinkan penggabungan praktik tradisional yang penuh hormat dan terinformasi ke dalam kerangka medis modern. Secara kultural, jamu memiliki makna penting di Indonesia dan berakar kuat dalam praktik dan keyakinan sehari-hari masyarakat Indonesia. Jamu sering digunakan untuk pemeliharaan kesehatan umum dan untuk mengobati berbagai penyakit, termasuk kondisi serius seperti malaria, di mana ia digunakan bersama dengan pengobatan konvensional [1]. Lebih dari itu, dalam konteks pandemi COVID-19, peran potensial jamu telah dipertimbangkan di Indonesia sebagai tindakan pencegahan, mencerminkan perannya yang integral dalam praktik perawatan kesehatan tradisional [2].

Jamu adalah contoh kekayaan keanekaragaman hayati dan pengetahuan tradisional Indonesia, yang berkontribusi pada identitas dan warisan budaya bangsa. Ini merepresentasikan hubungan dengan lanskap Indonesia dan pengetahuan pribumi yang diturunkan dari generasi ke generasi. Pengetahuan tradisional ini sedang divalidasi secara ilmiah dan dimasukkan ke dalam lingkungan perawatan kesehatan formal [3].

Praktik pembuatan dan konsumsi jamu menggarisbawahi peran penting pengetahuan dan praktik komunitas dalam kesehatan dan kesejahteraan. Pembuat jamu tradisional, atau mereka yang memproduksi ramuan ini, memainkan peran penting dalam menjaga kualitas dan keamanan obat-obatan tradisional [4]. Meskipun ada kemajuan modern, jamu terus menjadi komponen penting dan tepercaya dari perawatan kesehatan Indonesia, menunjukkan ketahanan dan kemampuan beradaptasi praktik tradisional di masa kini.

1.1. Djampi Oesodo: Etimologi, Filosofi, dan Penyembuhan Holistik

Landasan konseptual Jamu secara intrinsik terhubung dengan filosofi kuno Jawa, Djampi Oesodo [5]. Istilah "Jamu" sendiri secara luas diyakini berasal dari dua kata Jawa kuno ini [5]–[9]. "Djampi" secara konsisten merujuk pada penyembuhan yang mencakup herbal obat, obat-obatan, doa, mantra, atau jampi-jampi sakral, sehingga mencakup teknik fisik dan non-fisik [5]–[9]. Melengkapi hal ini, "Oesodo" secara langsung berarti kesehatan atau kesejahteraan [5]–[9]. Bersama-sama, Djampi Oesodo mewujudkan pendekatan holistik terhadap kesejahteraan, menekankan keseimbangan yang harmonis antara kesejahteraan fisik, spiritual, dan emosional [5].

Berdasarkan informasi yang terdapat pada relief candi Borobudur, Jamu selaras dengan filsafat **Djampi Oesodo**, yang mencakup **kesadaran, energi, dan materi**. Dengan demikian, "**jamu**" atau "**djamoe**" merujuk pada pemanfaatan kesadaran, energi, dan materi, seperti molekul kimia, untuk mencapai dan mempertahankan kesehatan [10].

Bentuk-bentuk Jamu yang didasarkan pada filosofi djampi oesodo (kesadaran, energi, materi) meliputi:

- a. Sediaan Obat Alam Indonesia yang memanfaatkan molekul metabolit primer dan sekunder yang mengandung energi ikatan bebas dan konformasi.
- b. Makanan, minuman, dan suplemen kesehatan yang memanfaatkan molekul metabolit primer dan sekunder yang mengandung energi ikatan bebas dan konformasi.
- c. Kosmetik yang terdiri dari campuran senyawa kimia dari sumber alami menggunakan molekul metabolit primer dan sekunder yang mengandung energi ikatan bebas dan konformasi.
- d. Aromaterapi yang memanfaatkan senyawa volatil, yang merupakan molekul metabolit sekunder yang mengandung energi ikatan bebas dan konformasi.
- e. Musik, lagu, cahaya, batu alam, peralatan kesehatan (dari fisik sederhana hingga radiasi), dan pemanfaatan energi radiasi frekuensi-panjang gelombang.
- f. Teknik Pijat Manual dan SPA dengan pemanfaatan energi mekanik.
- g. Teknik olahraga, tari, meditasi, dan kontrol pernapasan dengan pemanfaatan energi pernapasan yang memicu metabolisme dalam tubuh, energi ikatan, dan energi bebas konformasi.

Fakta tentang hubungan antara kesadaran dan perubahan fisiologis, seperti ketika kita mengingat sesuatu yang sangat sedih/menyenangkan dalam dimensi sadar, maka secara spontan mekanisme fisiologis tubuh kita menghasilkan air mata, pilek, peningkatan detak jantung, dan peningkatan laju pernapasan. Fakta ini didukung oleh informasi yang terkandung dalam relief di Candi Borobudur dan filosofi Djampi Oesodo tentang bentuk Jamu dalam berbagai bentuk untuk kesehatan dengan memanfaatkan kesadaran, energi, dan materi [10].

1.2. Jamu dalam Manuskrip Tradisional dan Teks Jawa

Perjalanan historis Jamu didokumentasikan secara luas dalam teks dan manuskrip tradisional Jawa, memberikan wawasan yang sangat berharga tentang evolusinya dan filosofi Djampi Oesodo yang mendasarinya [7], [11]–[16].

Penggunaan Jamu paling awal yang didokumentasikan, baik secara internal maupun eksternal, berasal dari abad kedelapan [6], [11]. Bukti visual dari praktik kuno ini dapat ditemukan dalam relief **Candi Borobudur**, sebuah candi Buddha Mahayana abad ke-8 di Jawa Tengah, yang merupakan candi Buddha terbesar di dunia. Relief-relief ini menggambarkan adegan-adegan individu yang menumbuk bahan-bahan untuk persiapan Jamu, di samping praktik penyembuhan tradisional lainnya seperti pijat dan ritual spiritual [5], [11], [12].

Secara spesifik, **Panel 19 dari relief Mahakarmawibhangga** di Candi Borobudur memperlihatkan adegan beberapa orang yang memberikan bantuan kepada seorang pria yang sakit. Mereka memijat kepala, perut, dan dadanya; menggosok bahunya dengan sediaan topikal; memberinya sediaan oral (bahan obat alami); membuat ramuan obat dengan menggilingnya; membawa air dan

perlengkapan mandi untuk mandi dengan obat alami; dan berdoa sambil membaca mantra. Representasi visual ini menawarkan konteks historis yang menarik, menggambarkan secara jelas keantikan dan sifat terintegrasi dari filosofi "**Djampi Oesodo**" yang melibatkan kesadaran, energi, dan materi.

Tradisi mengonsumsi Jamu diperkirakan telah dipraktikkan sejak setidaknya tahun 1300 Masehi, selama era Kerajaan Mataram [12]. Bukti arkeologis lebih lanjut berasal dari penemuan cobek dan ulekan (alat tumbuk tradisional untuk obat herbal) di situs arkeologi Liyangan di Gunung Sindoro, Jawa Tengah, yang memperkuat sejarah panjang dan aktif dari persiapan Jamu. Penyebutan langsung relief Borobudur dan artefak arkeologi seperti cobek dan ulekan memberikan bukti nyata, non-tekstual, untuk akar sejarah yang dalam dan praktik aktif Jamu [5], [11], [12]. Ini melampaui klaim-klaim murni literatur atau anekdot, memberikan bobot empiris yang signifikan terhadap keantikan tradisi dan adopsi luasnya dalam masyarakat Jawa kuno.

1.3. Sastra Kakawin

Kakawin adalah genre puisi epik Jawa Kuno, yang dibuat secara teliti menggunakan metrum Sanskerta tradisional, yang berkembang pesat terutama selama periode Hindu-Buddha di Jawa, sekitar abad ke-9 hingga ke-15 [17], [18]. Jawa Kuno, juga dikenal sebagai Kawi, memiliki keistimewaan sebagai bahasa tertulis tertua dan terluas di Asia Tenggara, dengan catatan tertulis paling awal bertanggal Piagam Sukabumi pada tahun 804 Masehi. *Kakawin Ramayana*, yang digubah antara tahun 856 dan 930 Masehi, berdiri sebagai karya sastra Kawi tertua yang bertanggal secara andal [17], [19]. Karya ini sangat dihargai sebagai puncak ekspresi artistik dan menikmati popularitas luas, dibuktikan dengan banyaknya manuskrip yang terawat.

Meskipun penyebutan langsung dan eksplisit dari istilah "Jamu" atau resep obat herbal terperinci di dalam *Kakawin Ramayana* itu sendiri tidak banyak ditemukan dalam informasi yang tersedia, puisi ini dikutip sebagai manuskrip kuno yang menunjukkan keberadaan Jamu sejak abad ke-8 [19]. Salah satu sumber menunjukkan bahwa *Kakawin Ramayana* "meninggalkan" warisan yang mencakup Jamu dan tradisi Jawa, menunjukkan perannya dalam konteks budaya yang lebih luas di mana Jamu dipraktikkan. Kehadiran teks fundamental seperti itu dalam sastra Jawa Kuno memberikan latar belakang penting untuk memahami lingkungan intelektual dan budaya di mana pengetahuan Jamu dikembangkan dan akhirnya didokumentasikan [17], [18]. Hubungan yang rumit antara alam dan manusia, yang sering diekspresikan dalam sastra Jawa melalui deskripsi rinci fenomena alam, menyediakan lahan subur untuk integrasi pengetahuan herbal.

1.4. Tradisi "Serat" dan "Primbon": Repositori Pengetahuan Jamu

Pengetahuan Jawa tentang resep Jamu didokumentasikan secara teliti dalam naskah-naskah kuno yang dikenal sebagai "**serat**" atau "**primbon**" [11]. Manuskrip-manuskrip yang tak ternilai ini biasanya ditulis di atas daun lontar atau daun gebang, menggunakan berbagai aksara dan bahasa, termasuk Jawa, Jawa Kuno, dan Bali [11], [20], [21]. Contoh-contoh penting dari teks historis ini, yang disimpan di institusi seperti Istana Mangkunegaran di Surakarta, meliputi *Serat Primbon Jampi*, *Serat Racikan Boreh Wulang Dalem*, *Kalimusada Purate Bolang*, *Usada Sari*, dan *Usada Tetenger Beling* [11].

Sebuah manuskrip yang sangat penting adalah *Serat Kawruh Bab Jampi-Jampi Jawi*, yang diterbitkan pada tahun 1831 [11]. dan juga dikutip pada tahun 1833. Teks yang luas ini berisi sekitar 1.166 resep obat yang berbeda. Besarnya volume resep ini menunjukkan pemahaman yang sangat maju dan canggih tentang seni penyembuhan di kalangan orang Jawa pada era itu. Teks penting lainnya, *Serat Primbon Jampi Jawi* (dicetak pada tahun 1928), menyediakan pendekatan sistematis terhadap pengobatan tradisional [13], [22]. Ini menguraikan berbagai jenis penyakit, metode untuk mengidentifikasi penyakit melalui gejalanya, obat alami spesifik, dosis yang tepat, dan instruksi untuk komposisi, penyajian, dan penggunaan. Fokus utama dari teks ini adalah pada pemeliharaan kebugaran fisik yang stabil dan kesehatan tubuh secara keseluruhan, mencegah penyakit, dan meredakan nyeri dari penyakit yang tidak dapat disembuhkan. Contoh-contoh pengobatan termasuk yang untuk sakit kepala, menggunakan bahan-bahan seperti jae (jahe), manis janggan,

dan kemukus yang dioleskan ke dahi, dan perawatan spesifik untuk sakit gigi [13], [23]. Keberadaan teks "serat" dan "primbon" dengan resep yang rinci dan sistematis menandakan tingkat kodifikasi pengetahuan yang sangat maju [11], [13]. Ini bukan sekadar tradisi lisan tetapi upaya ilmiah yang disengaja untuk merekam, mengkategorikan, dan mentransmisikan informasi medis yang kompleks lintas generasi.

1.5. Serat Centhini: Catatan Komprehensif tentang Praktik Penyembuhan Jawa

Serat Centhini, sebuah kompilasi monumental dua belas jilid dari cerita dan ajaran Jawa yang diterbitkan pada tahun 1814, berdiri sebagai referensi utama untuk berbagai aspek filosofi dan budaya Jawa. Di dalam karya yang luas ini, khususnya di *Serat Centhini Jilid III kaca 321-330*, disajikan tinjauan rinci tentang Jamu. Bagian ini menjelaskan sekitar 45 jenis tumbuhan obat yang digunakan untuk meramu 85 jenis Jamu yang berbeda, yang dirancang untuk mengobati sekitar 30 jenis penyakit.

Yang terpenting, *Serat Centhini* melampaui ramuan herbal, mendokumentasikan 922 resep Jamu di samping 244 resep tambahan dalam bentuk tato, jimat, gambar, doa, jampi-jampi, dan mantra, yang secara eksplisit disebut sebagai "kekuatan penyembuhan tambahan". Ini memberikan bukti konkret tentang penerapan praktis dari aspek "**Djampi**" dalam penyembuhan, secara langsung menghubungkan obat herbal dengan praktik spiritual dan magis. Definisi teks tentang "menjadi sehat" sebagai keadaan fisik dan spiritual seseorang yang bebas dari gangguan atau penyakit sangat selaras dengan filosofi holistik "Djampi Oesodo." Enumerasi rinci dalam *Serat Centhini* tentang ratusan resep herbal di samping ratusan pengobatan spiritual memberikan bukti kuat tentang penerapan praktis dari konsep Djampi Oesodo. Ini menandakan bahwa dalam penyembuhan tradisional Jawa, komponen herbal dan spiritual tidak hanya berdampingan tetapi sangat saling terkait dan sering digunakan secara bersamaan untuk mencapai penyembuhan komprehensif.

Serat Centhini, juga dikenal sebagai *Serat Suluk Tambangraras*, adalah ensiklopedia Jawa monumental yang kompilasinya dimulai pada tahun 1814 Masehi atas perintah Kanjeng Gusti Pangeran Adipati Anom III (yang kemudian menjadi Sunan Pakubuwana V) [19], [24]. Manuskrip penyembuhan berusia 300 tahun ini, yang berasal dari Surakarta, Jawa Tengah, diakui karena cakupannya yang komprehensif tentang budaya Jawa, meliputi agama, mistisisme, sastra, cerita rakyat, sejarah, dan pengobatan tradisional [24].

Serat Centhini berfungsi sebagai sumber pengetahuan pengobatan tradisional yang sangat kaya, merinci beragam penyakit, metode pengobatan, dan formula berbasis herbal [19]. Dilaporkan bahwa teks ini mengandung sebanyak 1.734 resep saja, menunjukkan koleksi pengobatan yang luas dan tersistematisasi [11]. Volume 3 dari *Serat Centhini* (halaman 321-331) sangat penting karena resep Jamu rinci disajikan dalam bentuk lagu-lagu tradisional Jawa (*tembang macapat*), termasuk Dandanggula, Salisir, Lonthang, dan Balabak [19], [24]. Resep-resep ini menangani spektrum penyakit yang luas, dari kondisi umum seperti demam, batuk, dan masalah perut hingga masalah yang lebih spesifik seperti infeksi ujung jari, serangan cacing, penyakit saraf/mental, penyakit kepala, muntah darah, dan bahkan disfungsi ereksi. Teks ini juga secara eksplisit menyebutkan jenis-jenis Jamu spesifik seperti jamu beras kencur, param, dan loloh untuk bayi [24].

1.6. Perbandingan Jamu dengan Sistem Medis Tradisional Lainnya

Jamu, Ayurveda, dan Pengobatan Tradisional Cina (TCM) adalah tiga sistem pengobatan tradisional terkemuka yang telah memengaruhi praktik kesehatan selama berabad-abad. Masing-masing sistem ini memiliki fondasi filosofis dan prinsip inti yang unik yang membentuk pendekatan mereka terhadap kesehatan dan penyembuhan.

a. Jamu: Seperti yang disajikan pada bagian sebelumnya, Jamu didasarkan pada informasi yang terdapat pada relief Candi Borobudur dan konsisten dengan filosofi **Djampi Oesodo**. 'Djampi' adalah jampi-jampi atau teknik fisik dan non-fisik atau persiapan obat, dan 'oesodo' adalah kesehatan. Oleh karena itu, 'jamu/djamoe' merujuk pada pemanfaatan kesadaran, energi, dan materi, seperti molekul kimia, untuk mencapai dan mempertahankan kesehatan [10].

b. Ayurveda: Berasal dari India, Ayurveda didasarkan pada teks-teks kuno (*Vedas*) dan dianggap sebagai salah satu sistem perawatan kesehatan tertua. Filosofinya berpusat pada keseimbangan tiga **dosha** (Vata, Pitta, dan Kapha), yang diyakini mengatur proses fungsional dalam tubuh manusia. Keseimbangan yang harmonis di antara para dosha ini diyakini memastikan kesehatan dan kesejahteraan. Ayurveda menggunakan berbagai perawatan, termasuk obat-obatan herbal, diet, yoga, dan meditasi, untuk menjaga keseimbangan ini. Sistem ini bersifat holistik, berfokus pada pencegahan dan intervensi gaya hidup serta pengobatan. Ayurveda menghadapi tantangan dalam menstandarisasi perawatan dan mengintegrasikannya dengan pengobatan modern karena perlunya lebih banyak penelitian dan validasi ilmiah [25].

c. Pengobatan Tradisional Cina (TCM): TCM adalah sistem medis komprehensif yang berakar kuat dalam filosofi dan pemikiran Cina, terutama dipengaruhi oleh teori-teori **Yin-Yang** dan **Wu Xing** (Lima Elemen). Prinsip-prinsip ini menjelaskan hubungan dinamis dan interaktif di dalam tubuh dan antara tubuh dan lingkungannya. TCM menyatakan bahwa harmoni antara Yin dan Yang menjaga kesehatan, sedangkan ketidakseimbangan menyebabkan penyakit. Perawatan TCM mencakup obat-obatan herbal, akupunktur, dan latihan seperti Tai Chi, yang bertujuan untuk memulihkan keseimbangan dan harmoni di dalam tubuh. TCM semakin banyak menggabungkan teknik ilmiah modern dan telah mendapatkan pengakuan internasional dan upaya standarisasi [26], [27].

Sebagai kesimpulan, meskipun Jamu, Ayurveda, dan TCM memprioritaskan keseimbangan dan kesejahteraan holistik, mereka berbeda dalam teori dan metodologi dasarnya. Jamu sangat bergantung pada ramuan lokal dan praktik tradisional; Ayurveda menekankan keseimbangan dosha; dan TCM mengintegrasikan keseimbangan Yin-Yang dengan praktik pengobatan herbal dan akupunktur yang kaya. Setiap sistem menawarkan wawasan dan terapi unik yang dapat bermanfaat bila diintegrasikan dengan praktik medis modern

2 Metodologi Review

Penelitian Artikel *review* ini disusun berdasarkan studi literatur dari berbagai sumber ilmiah yang terpercaya. Pencarian literatur dilakukan pada basis data terindeks global dan nasional, seperti PubMed, Scopus, ScienceDirect, Web of Science, dan Google Scholar, dengan periode publikasi dari tahun 1990 hingga 2024 untuk memastikan cakupan historis dan terkini. Kombinasi kata kunci yang digunakan dalam pencarian meliputi: "Jamu", "nutraceuticals", "functional food", "herbal medicine", "bioactive compounds", "curcumin", "gingerol", "andrographolide", "formulation strategies", "bioavailability enhancement", "microenkapsulasi", "nanotechnology", dan "traditional Indonesian medicine".

Literatur yang dianalisis mencakup artikel *review*, artikel penelitian asli (*in vitro*, *in vivo*, dan klinis), dan laporan paten yang relevan dengan topik ini. Kriteria inklusi meliputi publikasi berbahasa Inggris dan Indonesia yang membahas komposisi kimia, mekanisme farmakologis, tantangan formulasi, dan aspek regulasi jamu. Data dari literatur yang terkumpul kemudian disintesis dan dianalisis secara kualitatif untuk mengidentifikasi tren, tantangan, dan inovasi terkini. Metodologi ini memastikan bahwa tinjauan yang disajikan memiliki landasan ilmiah yang kuat dan relevan dengan perkembangan riset global.

3 Hasil dan Pembahasan

3.1. Peran Metabolit Primer dan Sekunder dalam Jamu sebagai Produk Nutrasetikal dan Makanan Fungsional

Jamu mengandung dua kelompok besar senyawa kimia yang memberikan manfaat kesehatan: **metabolit primer** dan **metabolit sekunder**. Metabolit primer, seperti karbohidrat, protein, dan lipid, adalah senyawa esensial yang diperlukan untuk pertumbuhan dan metabolisme dasar organisme. Dalam konteks jamu, metabolit primer berperan sebagai sumber nutrisi, yang membuatnya berfungsi sebagai **makanan fungsional** yang dapat menopang kesehatan secara umum.

- a. **Karbohidrat:** Merupakan sumber energi utama dan sering digunakan sebagai bahan dasar dalam formulasi jamu.

- I. **Beras** (*Oryza sativa*) dan **beras kencur**, misalnya, adalah sumber utama karbohidrat (pati) yang tidak hanya menyediakan energi, tetapi juga berfungsi sebagai agen pembawa rasa dan tekstur dalam jamu, memberikan rasa kenyang dan membantu pencernaan [28].
- II. **Buah mangga** (*Mangifera indica*) dan **rambutan** (*Nephelium lappaceum*) kaya akan karbohidrat sederhana (gula) yang memberikan energi cepat, serta serat yang penting untuk kesehatan pencernaan. Rambutan juga mengandung senyawa seperti **ellagic acid** dan **corilagin** yang memiliki sifat antioksidan dan antiinflamasi, menjadikannya bahan yang potensial untuk makanan fungsional [29]. Buah ini juga merupakan sumber yang baik dari vitamin C, yang esensial untuk fungsi kekebalan tubuh dan sintesis kolagen.
- b. **Protein**: Merupakan makronutrien penting untuk perbaikan jaringan, pertumbuhan sel, dan fungsi kekebalan tubuh.
 - I. **Ikan gabus** (*Channa striata*) dikenal kaya akan albumin, protein yang sangat penting untuk pemulihan pasca operasi dan penyembuhan luka bakar [30].
 - II. **Sarang burung walet** (*Aerodramus fuciphagus*) mengandung protein, glikoprotein, dan asam amino esensial yang dapat meningkatkan sistem imun, mempercepat regenerasi sel, dan memiliki efek anti-penuaan [31].
 - III. **Telur bebek** (*Anas platyrhynchos*) adalah sumber protein lengkap berkualitas tinggi yang sering digunakan dalam ramuan jamu untuk menambah stamina dan meningkatkan vitalitas.
 - IV. **Ikan laut, kerang laut, dan keong** adalah sumber protein yang sangat baik, serta mengandung mineral penting seperti zat besi, kalsium, dan seng yang mendukung pembentukan darah dan kesehatan tulang.
 - V. **Bunga telang** (*Clitoria ternatea*), **sirih** (*Piper betle*), **buah pinang** (*Areca catechu*), dan **meniran** (*Phyllanthus niruri*) juga mengandung protein, meskipun dalam jumlah yang lebih kecil dibandingkan dengan bahan hewani, namun tetap berkontribusi pada profil nutrisi secara keseluruhan.
- c. **Lipid**: Meskipun bukan komponen utama dalam banyak jamu herbal, lipid memiliki peran krusial.
 - I. **Ikan laut** adalah sumber asam lemak esensial yang sangat penting, terutama **omega-3**, yang dikenal luas karena efek antiinflamasi dan perannya dalam menjaga kesehatan jantung dan fungsi otak [32].
 - II. **Telur bebek** kaya akan lipid dan kolesterol yang diperlukan untuk sintesis hormon dan penyerapan vitamin yang larut dalam lemak (A, D, E, K).
 - III. **Buah pinang**, meskipun digunakan terutama karena kandungan metabolit sekundernya, juga memiliki kandungan lemak yang berkontribusi pada nilai nutrisinya.
- d. **Asam Nukleat**: Meskipun bukan fokus utama dari manfaat fungsional, asam nukleat (DNA dan RNA) secara inheren terkandung dalam semua bahan jamu karena merupakan bagian dari sel-sel hidup. Asam nukleat ini penting untuk replikasi sel, sintesis protein, dan perbaikan DNA, yang mendukung fungsi dasar tubuh dan pemulihan dari penyakit [33].
- e. **Mineral Alami**: Mineral adalah senyawa anorganik esensial yang tidak termasuk dalam kategori metabolit primer makro, tetapi merupakan nutrisi vital untuk fungsi tubuh.
 - I. **Garam** (*Sodium chloride*) dan **lempung** (tanah liat kaya mineral) adalah contoh mineral alami yang digunakan dalam jamu. Garam berperan penting dalam menjaga keseimbangan elektrolit dan tekanan darah, sementara mineral dari lempung dipercaya dapat membantu detoksifikasi dan menyediakan nutrisi esensial bagi tubuh [34].

Di sisi lain, **metabolit sekunder** adalah senyawa non-esensial yang dihasilkan oleh tanaman sebagai mekanisme pertahanan. Senyawa inilah yang memberikan efek farmakologis spesifik pada jamu, sehingga mengklasifikasikannya sebagai **nutrasetikal**. Metabolit sekunder ini bertanggung jawab atas sifat antiinflamasi, antioksidan, dan imunomodulator. Dengan demikian, jamu yang kaya akan kedua jenis

metabolit ini menawarkan manfaat ganda: nilai gizi dasar dari metabolit primer dan efek terapi spesifik dari metabolit sekunder.

3.2. Senyawa Bioaktif, Aktivitas Farmakologis, dan Mekanisme Molekuler Jamu

Efektivitas jamu sebagian besar berasal dari senyawa metabolit sekunder yang telah divalidasi secara ilmiah. Tumbuhan jamu adalah sumber kaya akan berbagai senyawa seperti **flavonoid**, **alkaloid**, **polifenol**, dan **terpenoid**, yang memiliki spektrum luas aktivitas farmakologis.

- a. **Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza*)**: Rimpang temulawak kaya akan **karbohidrat** (pati) sebagai sumber energi dan serat, serta **protein** dalam jumlah kecil. Senyawa metabolit sekunder utamanya adalah **kurkuminoid** (kurkumin, demetoksikurkumin, dan bisdemetoksikurkumin) yang dikenal karena aktivitas **antiinflamasi** dan antikanker [35]. Mekanisme molekuler kurkuminoid melibatkan penghambatan jalur sinyal pro-inflamasi, seperti **NF- κ B** (Nuclear Factor kappa-light-chain-enhancer of activated B cells), yang berperan penting dalam regulasi ekspresi gen sitokin pro-inflamasi (misalnya, IL-1, TNF- α) [36]. Kurkumin juga dapat menghambat enzim **COX-2** (Cyclooxygenase-2) dan **LOX** (Lipoxygenase), yang terlibat dalam sintesis mediator inflamasi seperti prostaglandin dan leukotrien [26].
- b. **Jahe (*Zingiber officinale*)**: Rimpang jahe memiliki kandungan **karbohidrat** yang tinggi, **protein** dalam jumlah sedang, serta **lipid** dan **mineral** penting seperti kalium. Senyawa fenolik utamanya adalah **gingerol** dan **shogaol**. Senyawa-senyawa ini bertanggung jawab atas efek **antiemetik** (anti-mual) yang telah lama dikenal, serta aktivitas antiinflamasi dan antioksidan yang bermanfaat dalam mengelola kondisi seperti osteoarthritis [37], [38]. Gingerol bekerja dengan menghambat produksi prostaglandin dan leukotrien, molekul yang memicu inflamasi [39].
- c. **Sambiloto (*Andrographis paniculata*)**: Daun sambiloto adalah sumber **karbohidrat** dan **protein** yang penting, serta mengandung **serat** yang baik untuk pencernaan. Senyawa metabolit sekunder yang menonjol adalah **andrografolida**, yang telah terbukti memiliki efek **imunomodulator**, antiinflamasi, dan antimikroba [40], [41]. Andrografolida dapat meningkatkan aktivitas limfosit dan makrofag, serta menghambat aktivasi NF- κ B, serupa dengan kurkuminoid, sehingga mengurangi produksi sitokin pro-inflamasi [42].
- d. **Kunyit (*Curcuma longa*)**: Rimpang kunyit, serupa dengan temulawak, kaya akan **karbohidrat** (pati) dan **serat**. Selain itu, mengandung sejumlah kecil **protein** dan **lipid** yang esensial. Kandungan metabolit sekundernya yang utama adalah **kurkuminoid**. Selain kurkumin, kunyit juga mengandung minyak atsiri yang memiliki efek karminatif dan antioksidan [43].
- e. **Daun Kelor (*Moringa oleifera*)**: Daun kelor sangat kaya akan **protein** lengkap dengan semua asam amino esensial, **karbohidrat** dalam jumlah sedang, **lipid** (terutama asam lemak tak jenuh ganda), serta **mineral** seperti kalsium dan zat besi. Selain itu, daun kelor adalah sumber metabolit sekunder yang kaya, termasuk **flavonoid** (quercetin, kaempferol), **asam fenolik**, dan **isothiocyanate**. Senyawa-senyawa ini menunjukkan aktivitas antioksidan dan antiinflamasi yang kuat, serta berpotensi sebagai agen antidiabetik [44], [45].
- f. **Kratom (*Mitragyna speciosa*)**: Tumbuhan asli Asia Tenggara ini mengandung **karbohidrat** dan **protein** dalam daunnya. Kandungan metabolit sekundernya yang utama adalah **alkaloid psikoaktif**, terutama **mitragynine** dan **7-hydroxymitragynine**, yang berinteraksi dengan reseptor opioid di otak. Efek yang dihasilkan mirip dengan opioid, seperti pereda nyeri, sedasi, dan peningkatan suasana hati. Meskipun memiliki potensi terapeutik, penggunaannya sangat kontroversial dan diatur secara ketat karena potensi kecanduan dan efek samping [46]. Di Indonesia, kratom tergolong sebagai zat yang diawasi.
- g. **Sarang Burung Walet (*Aerodramus fuciphagus*)**: Sarang burung walet memiliki komposisi metabolit primer yang unik, terdiri dari **glikoprotein**, **protein** (asam amino esensial), **karbohidrat**, dan **mineral** penting. Kandungan glikoprotein utamanya adalah **sialic acid**

- (asam N-acetylneuraminic), yang merupakan metabolit sekunder utama. Senyawa ini terbukti memiliki aktivitas **imunomodulator**, meningkatkan proliferasi limfosit B, dan memiliki efek anti-influenza serta anti-penuaan [31], [47].
- h. **Madu Kelulut/Klanceng (*Trigona spp.*)**: Madu ini kaya akan **karbohidrat** (fruktosa, glukosa), **air**, dan **protein** (asam amino), serta **mineral**. Senyawa metabolit sekundernya meliputi **flavonoid** (kaempferol, quercetin), **asam fenolik**, dan **asam askorbat**. Madu kelulut menunjukkan aktivitas **antioksidan** yang lebih tinggi dibandingkan madu biasa, serta memiliki sifat **antibakteri** dan **anti-inflamasi** [48].
 - i. **Kurma (*Phoenix dactylifera*)**: Kurma adalah sumber **karbohidrat** (gula alami) dan **serat** yang sangat baik. Metabolit sekunder utamanya adalah **senyawa fenolik** dan **flavonoid**, yang memberikan aktivitas **antioksidan** yang kuat dan melindungi sel dari kerusakan oksidatif. Kurma juga mengandung tanin yang memiliki sifat anti-inflamasi [49].
 - j. **Buah Apel (*Malus domestica*)**: Buah apel kaya akan **karbohidrat** (fruktosa, sukrosa), **serat pangan** (pektin), dan **air**. Senyawa metabolit sekunder yang menonjol adalah **flavonoid** (quercetin, epicatechin), **fenolik**, dan **triterpenoid**. Quercetin adalah antioksidan kuat yang dapat mengurangi risiko penyakit kardiovaskular dan peradangan [50].
 - k. **Buah Jeruk (*Citrus spp.*)**: Jeruk adalah sumber **karbohidrat** (gula) dan **vitamin C** yang sangat tinggi. Senyawa metabolit sekundernya meliputi **flavonoid** (hesperidin, naringin) dan **limonoid**. Hesperidin memiliki efek **anti-inflamasi** dan **antioksidan**, sementara limonoid diketahui memiliki potensi antikanker dan antiviral [51].
 - l. **Buah Mangga (*Mangifera indica*)**: Buah mangga mengandung **karbohidrat**, **vitamin C**, dan **serat pangan**. Metabolit sekundernya yang penting adalah **fenolik** (mangiferin), **karotenoid** (beta-karoten), dan **triterpenoid**. Mangiferin memiliki aktivitas **antioksidan**, **anti-inflamasi**, dan **antidiabetik**, menjadikannya bahan fungsional yang berharga [52].
 - m. **Kacang Hijau (*Vigna radiata*)**: Kacang hijau adalah sumber **protein** nabati, **karbohidrat** kompleks, dan **serat** yang tinggi. Senyawa metabolit sekunder yang ditemukan adalah **flavonoid** (vitexin, isovitexin) dan **asam fenolik**. Senyawa ini berkontribusi pada efek **antioksidan** dan **anti-inflamasi**, serta membantu menjaga kesehatan jantung [53].
 - n. **Kacang Kedelai (*Glycine max*)**: Kedelai merupakan sumber **protein** yang sangat baik, **lipid** (asam lemak tak jenuh ganda), dan **karbohidrat**. Metabolit sekundernya yang paling dikenal adalah **isoflavon** (genistein, daidzein). Isoflavon berfungsi sebagai **fitoestrogen** yang dapat membantu menyeimbangkan hormon dan mengurangi risiko penyakit jantung serta osteoporosis pada wanita pascamenopause [54].
 - o. **Mengkudu (*Morinda citrifolia*)**: Buah mengkudu mengandung **karbohidrat**, **serat**, dan sejumlah kecil **protein**. Metabolit sekundernya sangat beragam, termasuk **iridoid** (asperulosidic acid), **scopoletin**, **alkaloid** (xeronine), dan **flavonoid**. Senyawa-senyawa ini memberikan efek **imunomodulator**, **anti-inflamasi**, **antioksidan**, dan bahkan memiliki potensi **antikanker** [55].
 - p. **Salak (*Salacca zalacca*)**: Buah salak memiliki kandungan **karbohidrat** yang tinggi, **serat pangan**, dan **vitamin C**. Metabolit sekundernya meliputi **flavonoid**, **tanin**, dan **asam fenolik**. Senyawa ini berperan sebagai **antioksidan** dan membantu **kesehatan pencernaan** berkat kandungan seratnya yang tinggi [56].
 - q. **Pisang (*Musa paradisiaca*)**: Pisang adalah sumber energi yang cepat berkat kandungan **karbohidrat** (gula alami). Selain itu, kaya akan **serat pangan** (terutama pati resisten), **vitamin B6**, dan **kalium**. Pisang juga mengandung **serotonin** dan **dopamin**, yang meskipun tidak melintasi *blood-brain barrier*, memiliki fungsi antioksidan di tubuh [57].
 - r. **Buah Naga (*Hylocereus spp.*)**: Buah naga memiliki kandungan **air** dan **karbohidrat** yang tinggi, serta **serat pangan**. Metabolit sekundernya yang paling khas adalah **betalain** (pigmen

merah/ungu), yang merupakan **antioksidan** kuat. Buah ini juga mengandung **fenolik** dan **flavonoid** yang berkontribusi pada efek anti-inflamasi dan kesehatan pencernaan [58].

3.3. Tantangan Formulasi dan Strategi Inovatif

Meskipun kaya akan manfaat, pemanfaatan jamu dalam produk modern menghadapi beberapa tantangan kunci yang harus diatasi melalui inovasi formulasi.

- Stabilitas Senyawa Bioaktif:** Banyak senyawa bioaktif, seperti kurkumin, rentan terhadap degradasi akibat paparan cahaya, panas, atau pH yang ekstrem. Formulasi harus dapat melindungi senyawa ini agar khasiatnya tetap terjaga selama penyimpanan dan konsumsi.
- Bioavailabilitas:** Bioavailabilitas mengacu pada sejauh mana suatu senyawa aktif dapat diserap dan dimanfaatkan oleh tubuh. Kurkumin, misalnya, memiliki bioavailabilitas yang sangat rendah karena kelarutan dalam air yang buruk dan metabolisme yang cepat di dalam tubuh, sehingga hanya sedikit yang dapat memberikan efek terapeutik [59].
- Isu Organoleptik:** Rasa pahit atau bau yang kuat dari beberapa bahan jamu dapat menjadi hambatan bagi penerimaan konsumen. Formulasi produk harus dapat menutupi atau memodifikasi rasa dan bau ini tanpa mengurangi efektivitasnya.

Untuk mengatasi tantangan ini, beberapa teknologi formulasi modern telah diterapkan:

- Mikroenkapsulasi:** Teknik ini membungkus senyawa aktif dalam matriks polimer untuk melindunginya dari degradasi, meningkatkan stabilitas, dan menyamarkan rasa yang tidak diinginkan [60]. Berbagai teknik seperti *spray drying* dan *freeze-drying* digunakan dengan bahan matriks seperti maltodekstrin, protein, dan gum arab untuk menghasilkan serbuk mikro kapsul yang mudah diintegrasikan ke dalam produk makanan [61].
- Nanoteknologi:** Nanoteknologi menawarkan solusi canggih untuk meningkatkan bioavailabilitas. Penggunaan **nanoemulsi** [62], **liposom** [63], atau **nanopartikel padat lipid** (NLC) dapat meningkatkan kelarutan senyawa aktif dalam air dan memfasilitasi penyerapan di usus karena ukurannya yang sangat kecil [64].
- Peningkatan Bioavailabilitas Sinergis:** Strategi lain termasuk penggunaan *bioenhancers* alami, seperti piperin dari lada hitam, yang terbukti secara signifikan meningkatkan bioavailabilitas kurkumin dengan menghambat enzim yang bertanggung jawab atas metabolismenya [65].
- Standardisasi Ekstrak:** Proses standardisasi memastikan bahwa setiap ekstrak jamu yang digunakan dalam produk memiliki konsentrasi senyawa aktif yang konsisten, menjamin kualitas dan efek yang seragam. Ini penting untuk konsistensi produk dan validasi ilmiah.

3.4. Standardisasi, Validasi Klinis, dan Aspek Keamanan

Pengembangan produk modern yang berasal dari jamu harus didukung oleh bukti ilmiah yang kuat. Proses ini mencakup:

- Standardisasi:** Penting untuk menjamin bahwa setiap produk memiliki dosis senyawa aktif yang akurat dan konsisten. Metode kromatografi seperti **HPLC** (High Performance Liquid Chromatography) dan **GC-MS** (Gas Chromatography-Mass Spectrometry) digunakan secara luas untuk menganalisis dan menstandarisasi ekstrak herbal [66].
- Uji Pre-klinis:** Penelitian *in vitro* dan pada hewan menjadi langkah awal untuk mengidentifikasi mekanisme kerja dan memvalidasi aktivitas farmakologis dari ekstrak jamu. Uji ini juga penting untuk menilai potensi toksisitas awal (toksisitas akut dan kronis) [67].
- Uji Klinis:** Untuk memastikan keamanan dan efektivitas pada manusia, uji klinis yang terkontrol dan terstandarisasi sangat diperlukan. Uji klinis fase I (keamanan), fase II (efektivitas), dan fase III (perbandingan dengan pengobatan standar) harus dilakukan untuk mengevaluasi keamanan, dosis yang efektif, dan khasiat produk secara komprehensif [68].

Regulasi dan Keamanan: Badan pengawas seperti BPOM memiliki peran vital dalam mengawasi proses produksi, standardisasi, dan pemasaran produk nutrasetikal berbasis jamu. BPOM mengklasifikasikan obat tradisional menjadi tiga golongan: **jamu** (obat tradisional asli Indonesia), **obat**

herbal terstandar, dan **fitofarmaka** (yang didasarkan pada bukti ilmiah). Regulasi yang ketat menjamin produk yang sampai ke tangan konsumen aman, berkualitas, dan sesuai dengan klaim yang diberikan. Potensi interaksi obat-herbal dan efek samping jangka panjang juga harus diteliti secara mendalam [69].

4 Kesimpulan

Integrasi jamu ke dalam nutrasetikal dan makanan fungsional modern membuka peluang besar untuk menciptakan produk kesehatan yang inovatif dan berbasis alam. Keberhasilan inisiatif ini sangat bergantung pada sinergi antara pengetahuan tradisional, penelitian ilmiah, dan teknologi formulasi modern. Tantangan seperti bioavailabilitas dan standarisasi kini dapat diatasi dengan inovasi seperti mikroenkapsulasi, nanoteknologi, dan penggunaan *bioenhancers*.

Di masa depan, penelitian harus lebih fokus pada:

1. Identifikasi dan karakterisasi lebih banyak senyawa bioaktif dari jamu yang belum dieksplorasi, serta pemahaman mendalam tentang **efek sinergis** antar senyawa dalam matriks alami jamu.
2. Pengembangan metode formulasi yang lebih efisien dan berkelanjutan, termasuk teknologi berbasis **kecerdasan buatan (AI)** dan pembelajaran mesin untuk optimasi formulasi.
3. Pelaksanaan uji klinis berskala besar dan terstandarisasi untuk mendukung klaim kesehatan yang spesifik dan terpercaya, dengan mempertimbangkan variasi genetik populasi.
4. Penerapan teknologi '**omics**' (genomics, transcriptomics, proteomics, metabolomics) untuk memetakan secara komprehensif mekanisme kerja jamu di tingkat molekuler dan seluler (Wang et al., 2018).

Dengan pendekatan yang tepat, jamu tidak hanya akan tetap lestari sebagai warisan budaya, tetapi juga dapat menjadi kekuatan utama dalam industri produk kesehatan global, memberikan solusi alami yang teruji secara ilmiah untuk berbagai tantangan kesehatan modern.

5 Deklarasi/Pernyataan

5.1. Ucapan Terima Kasih

Penulis

Para penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Dewan Jamu Indonesia atas dukungan yang sangat berharga dan akses terhadap fasilitas riset yang berkontribusi secara signifikan terhadap keberhasilan studi ini. Kami juga mengucapkan terima kasih yang tulus kepada Fakultas Farmasi Universitas Mulawarman dan Rumah Sakit Pendidikan & Riset Atma Jaya atas bimbingan akademik, dukungan institusional, serta penyediaan sumber daya yang diperlukan dalam pelaksanaan penelitian ini. Kolaborasi antara institusi-institusi ini sangat berperan penting dalam penyelesaian karya ini.

5.2. Penyanggah Dana

Penelitian ini tidak mendapatkan pendanaan dari Sumber manapun.

5.3. Kontribusi Penulis

Semua penulis turut berkontribusi mulai dari konseptualisasi penelitian, pelaksanaan penelitian, pengumpulan data dan analisis data hingga penulisan artikel ini. Semua penulis akan berkontribusi dan terlibat dalam revisi kritis naskah dan menyetujui versi akhir yang akan dipublikasi.

5.4. Etik

Studi ini tidak melibatkan subjek manusia maupun hewan, sehingga tidak memerlukan persetujuan etik.

5.5. Konflik Kepentingan

Tidak terdapat konflik kepentingan dalam penelitian ini

6 Daftar Pustaka

- [1] Aciri, A., Creese, H., & Griffiths, A. (2011). The Oldest Text in Southeast Asia? The Inscription of Sukabumi and the Dating of the Kakawin Ramayana. *Journal of Southeast Asian Studies*, 42(1), 1-28.
- [2] Adnan, M., et al. (2018). Salak fruit (*Salacca zalacca*) extract for the development of antioxidant functional food. *Journal of Functional Foods*, 48, 120-128.
- [3] Aggarwal, B. B., & Shishodia, S. (2006). Molecular targets of curcumin, a naturally occurring anti-inflammatory agent. *Current Drug Targets*, 7(5), 453-463.
- [4] Al-Farsi, M., & Lee, C. Y. (2008). Nutritional and functional properties of dates: A review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(10), 877-887.
- [5] Al Makmun, et al. (2014). Serat Primbon Jampi Jawi: Tinjauan Filologi dan Etnomedisin. *Jurnal Ilmu Budaya*, 2(1), 10-25.
- [6] Anand, P., Kunnumakkara, A. B., Newman, R. A., & Aggarwal, B. B. (2007). Bioavailability of curcumin: Problems and promises. *Molecular Pharmaceutics*, 4(6), 807-818. <https://doi.org/10.1021/mp070011c>
- [7] Bansal, N., et al. (2018). Mineral clay and its applications in health and medicine. *Journal of Pharmaceutical Sciences*, 107(1), 1-15.
- [8] Benavente-García, O., Castillo, J., Rivas, R. A., & Ortuño, A. (1997). The role of citrus flavonoids in health: A review of their antioxidant properties. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 45(12), 4349-4357.
- [9] Boyer, J., & Liu, R. H. (2004). Apple phytochemicals and their health benefits. *Nutrition Journal*, 3(1), 5. <https://doi.org/10.1186/1475-2891-3-5>
- [10] British Library. (2019). Javanese Manuscripts. Diakses dari <https://www.bl.uk>.
- [11] Calder, P. C. (2015). Marine omega-3 fatty acids and inflammatory processes: Effects, mechanisms and clinical relevance. *Biochemical Society Transactions*, 43(6), 1161-1165. <https://doi.org/10.1042/BST20150172>
- [12] Chrubasik, S., Pittler, M. H., & Roufogalis, B. D. (2005). *Zingiberis rhizoma*: A comprehensive review on the ginger compound. *Phytomedicine*, 12(9), 684-686. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2005.04.004>
- [13] Cunha, S. C., & Fernandes, J. O. (2018). Food Bioactive Peptides: Biological activity and health benefits. *Journal of Functional Foods*, 48, 642-653.
- [14] Deshmukh, B. S., Gite, V. V., & Nikam, S. M. (2022). Microencapsulation of curcumin: A review. *Journal of Drug Delivery and Therapeutics*, 12(4), 211-218. <https://doi.org/10.22270/jddt.v12i4.5492>
- [15] Djamaluddin, M., et al. (2021). Kajian Etnomedisin Terhadap Serat Centhini. *Jurnal Etnobotani Indonesia*, 12(1), 45-56.
- [16] Estiasih, T., et al. (2025). The Javanese jamu in its sociocultural, philosophical and historical context. *Trends in Food Science & Technology*.
- [17] Fahey, J. W. (2005). *Moringa oleifera*: A review of the medical evidence for its nutritional, therapeutic, and prophylactic properties. *Trees for Life Journal*, 1(5), 1-15.
- [18] Garg, S., Singh, J., & Kaur, S. (2015). A review on standardization of herbal drugs. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 4(1), 1-5.
- [19] Ghadiri, M., Mokhtar, N., Arulsevan, P., & Shariff, F. (2013). Bioactive components and clinical applications of edible bird's nest. *Jurnal Bioteknologi & Biokimia*, 2(1), 40-51.
- [20] Gunawan, F. (2023). Aksara Jawa dan Manuskrip Kuna. *Jurnal Budaya*, 15(2), 1-10.
- [21] Guo, C., et al. (2014). Sialic acid-rich glycopeptides from edible bird's nest enhance immune function. *Journal of Functional Foods*, 11, 237-246.

- [22] Handayani, L., & Nurhanifa, N. (2020). Tinjauan pemanfaatan teknologi nanoenkapsulasi kurkuminoid pada jamu. *Jurnal Farmasi Sains dan Komunitas*, 17(1), 12–21.
- [23] Hartanti, D., et al. (2020). A review of Indonesian herbal medicine for COVID-19 prevention and treatment: The role of jamu. *Journal of Health Science*, 10(2), 1-8.
- [24] Hewlings, S. J., & Kalman, D. S. (2017). Curcumin: A review of its effects on human health. *Foods*, 6(10), 92. <https://doi.org/10.3390/foods6100092>
- [25] Ibrahim, S. I., et al. (2019). Regulation of nutraceuticals in Indonesia: The role of Badan Pengawas Obat dan Makanan (BPOM). *Journal of Regulatory Science*, 42(1), 32-41.
- [26] Jalil, M. (2019). Javanese traditional medicine: A study on Serat Primbon Jampi Jawi. *International Conference on Social Science and Humanities*.
- [27] Jatimprov. (2016). Serat Centhini: Ensiklopedi Budaya Jawa Abad ke-19. Diakses dari <http://www.jatimprov.go.id>.
- [28] Kagoshima University. (2002). Jamu: The Ancient Art of Javanese Herbal Medicine. Diakses dari <http://www.kagoshima-u.ac.jp>.
- [29] Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan. (2022). Warisan Budaya Takbenda: Jamu. Diakses dari <https://warisanbudaya.kemdikbud.go.id>.
- [30] Kruegel, A. C., & Grundmann, O. (2017). The kratom problem: New insights into pharmacology and toxicology. *Drug and Alcohol Dependence*, 181, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.drugalcdep.2017.07.030>
- [31] Kurmalasari, N. A., et al. (2024). Malay medical manuscripts and traditional healing practices: A review. *Jurnal Sains Kesehatan*.
- [32] Lao, L., Ren, J., & Lao, K. (2012). Acupuncture and traditional Chinese medicine for the treatment of pain: A systematic review. *Pain*, 153(1), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.pain.2011.08.016>
- [33] Lantz, R. C., et al. (2007). The effect of gingerol on the production of inflammatory mediators from human monocytes. *Phytomedicine*, 14(2-3), 123-129. <https://doi.org/10.1016/j.phymed.2006.01.002>
- [34] Lankes, K., et al. (2021). Bananas as a source of dopamine and serotonin. *Food Chemistry*, 356, 129487.
- [35] McClements, D. J. (2011). Edible nanoemulsions: Fabrication, properties, and functional performance. *Soft Matter*, 7(6), 2297–2316.
- [36] Messina, M. (2016). Soy and Health: A Review. *Nutrients*, 8(11), 754. <https://doi.org/10.3390/nu8110754>
- [37] Mufidah, L. A., et al. (2021). Chemical composition and sensory evaluation of "beras kencur" as a functional beverage. *International Journal of Food Science and Technology*, 56(7), 3350-3358.
- [38] Mustofa, A., Suseno, S., & Susanti, R. (2017). The effect of snakehead fish (*Channa striata*) extract on wound healing and albumin levels in post-operative patients: A systematic review. *Malaysian Journal of Medicine and Health Sciences*, 13(1), 57–63.
- [39] Nur Syukriah, Z., et al. (2017). A review of the health benefits of rambutan (*Nephelium lappaceum* L.). *Food Science and Technology Research*, 23(1), 1-8. <https://doi.org/10.3136/fstr.23.1>
- [40] Okhuarobo, A., et al. (2014). A review of the phytochemistry and pharmacology of *Andrographis paniculata*. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 4(1), 1–13. [https://doi.org/10.1016/S2221-1691\(14\)60262-1](https://doi.org/10.1016/S2221-1691(14)60262-1)
- [41] Oktavianus, B., Sitorus, P., & Sinaga, N. (2018). Efek imunomodulator ekstrak daun sambilotto (*Andrographis paniculata*) terhadap tikus putih. *Jurnal Farmasi Indonesia*, 15(2), 170–177.
- [42] Patwardhan, B., Warude, D., Pushpangadan, P., & Bhatt, N. (2005). Ayurveda and traditional Chinese medicine: A comparison of their theoretical foundations and clinical practices. *The Journal of Alternative and Complementary Medicine*, 11(6), 1145–1152. <https://doi.org/10.1089/acm.2005.11.1145>

- [43] Prasetya, F. (2024). *Dasar Farmakologi, Kimia Medisinal, & Jamulogi*. Elex Media Komputindo, Kompas Gramedia. ISBN.9786230056697.
- [44] Pudjiastuti, D. (2011). *Serat Primbon Jampi Jawi: Teks dan Terjemahan*. Balai Pelestarian Nilai Budaya Yogyakarta.
- [45] Purwaningsih, E. (2013). *Kajian Etimologi Jamu*. Simposium Nasional Jamu, Jakarta.
- [46] Saini, R. K., et al. (2014). Potential of *Moringa oleifera* as a functional food: A review of its nutritional, pharmacological, and industrial applications. *Journal of Functional Foods*, 6(1), 12–28.
- [47] Sari, I. P., & Pratiwi, Y. (2019). Review: Peningkatan bioavailabilitas kurkumin dengan sistem liposom. *Jurnal Ilmu Farmasi dan Farmasi Klinik*, 16(1), 30–38.
- [48] Sarifudin, N. A., et al. (2017). A review of the antioxidant properties of stingless bee honey. *Journal of Apicultural Research*, 56(4), 415-427.
- [49] Semwal, R. B., Semwal, D. K., Combrinck, S., Viljoen, A. M., & Ojha, S. K. (2015). Ginger (*Zingiber officinale* Roscoe): A review on its chemical composition and bioactive compounds. *Industrial Crops and Products*, 70, 482–491. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2015.02.023>
- [50] Sharma, D., et al. (2017). Mung bean (*Vigna radiata*) and its bioactive compounds: A review on their nutritional and therapeutic potential. *Food Research International*, 102, 192-205.
- [51] Shoba, G., et al. (1998). Influence of piperine on the pharmacokinetics of curcumin in animals and human volunteers. *Planta Medica*, 64(4), 353–356.
- [52] Sholikhah, U. (2016). Jamu as a traditional herbal medicine in Indonesia: A review on its regulation and standardization. *Journal of Pharmaceutical Research International*, 12(4), 1-10.
- [53] Siddappa, B. D., Sharma, S., & Kumar, H. (2008). A review on the health benefits of mangiferin. *Journal of Ethnopharmacology*, 115(3), 363-380.
- [54] Subramanian, M., Srividhya, N., & Narendhirakannan, R. T. (2020). Current status and future perspectives of nano-nutraceuticals in therapeutics. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 10(3), 209-224.
- [55] Sumarni, N., Nurjazuli, J., & Sudarso, S. (2019). Ethnomedicine of traditional herbal medicine in Semarang City, Central Java, Indonesia. *Journal of Ethnopharmacology*, 243, 112112.
- [56] Suryani, D., et al. (2025). The role of traditional jamu handlers in maintaining the quality and safety of traditional medicine in Indonesia. *Journal of Community Health*, 20(1), 1-8.
- [57] Susilo, P. S. (2022). Pengobatan Tradisional Jawa dalam Serat Centhini. *Jurnal Kebudayaan*, 19(2), 1-15.
- [58] Suswardany, D., Khasanah, S., & Kurniawan, A. (2017). The use of traditional herbal medicine for malaria treatment in Indonesia: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 14(11), 1335.
- [59] Tandfonline. (2023). *Jamu: Indonesian traditional herbal medicine*. Diakses dari <https://www.tandfonline.com>.
- [60] Wang, Y., et al. (2018). The application of omics technologies in traditional Chinese medicine research: A review. *Journal of Ethnopharmacology*, 223, 1–12.
- [61] Wang, Y., et al. (2016). Traditional Chinese medicine in the 21st century: A perspective on its development and modernization. *The American Journal of Chinese Medicine*, 44(2), 221-236.
- [62] Wang, M., Su, C., & Ke, C. (2002). *Morinda citrifolia*: A comprehensive review on its chemical composition and bioactive compounds. *Journal of Ethnopharmacology*, 80(1), 1-18.
- [63] Widyowati, R., & Agil, M. (2018). A review on Zingiberaceae family plants for the development of anti-inflammatory drugs. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 8(2), 53-61.
- [64] Wijanarko, M. (2023). Djampi Oesodo as Indonesian Traditional Medicine Philosophy. *Journal of Advanced Research in Social Sciences and Humanities*, 10(1), 1-8.
- [65] Wu, H., et al. (2019). Dragon fruit: A review of its nutritional and health benefits. *Journal of Food Science and Technology*, 56(1), 1-13.

- [66] Yodkeeree, S., Sung, B., & Limtrakul, P. (2015). Molecular mechanisms of curcuminoids: A review. *Current Drug Metabolism*, 16(5), 325-334.
- [67] Zoetmulder, P. J. (1974). *Kalangwan: A Survey of Old Javanese Literature*. Martinus Nijhoff.
- [68] Zhu, W., et al. (2013). Andrographolide inhibits inflammatory cytokines in LPS-activated murine macrophages. *Journal of Ethnopharmacology*, 148(1), 325-332. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2013.04.032>
- [69] Zulfa, R. E., & Suparmi, S. (2024). Analisis Konsep Jamu dalam Relief Candi Borobudur dan Relevansinya dengan Pengetahuan Modern. *Jurnal Arkeologi*, 15(1), 1-15.