

Etnofarmakologi Etnis Madura: Kajian Obat Herbal Tradisional untuk Pengobatan Gejala Tuberkulosis

Ethnopharmacology of Madura Ethnic: Traditional Herbal Medicine Review as a Tuberculosis Symptom Treatment

Sonny Kristianto^{1*}, Rury Eryna Putri², Wimbuh Tri Widodo³

^{1,2,3})Program Studi Magister Ilmu Forensik, Sekolah Pascasarjana, Universitas Airlangga, Jawa Timur

*Email: sonny.kristianto@pasca.unair.ac.id

INTISARI

Tuberkulosis (TBC) merupakan salah satu penyakit menular yang disebabkan oleh infeksi bakteri *Mycobacterium tuberculosis* (MTB) dan menyebar melalui udara. Selain relatif mahal dan akses terbatas, fenomena resistensi TBC terhadap obat menjadi hal umum di negara berkembang termasuk Indonesia. Di sisi lain, obat herbal tradisional Indonesia yang dikenal sebagai jamu telah digunakan sejak lama untuk mengobati gejala penyakit TBC. Suku Madura merupakan salah satu suku di Indonesia yang masih menggunakan tanaman herbal sebagai jamu tradisional. Penelitian ini mengeksplor jenis tanaman obat yang digunakan oleh etnis Madura untuk meramu jamu dan menduga kandungan senyawa aktif dalam jamu yang terlibat dalam pengobatan TBC. Pendekatan deskriptif-kualitatif berupa wawancara mendalam pada masyarakat lokal dilakukan untuk menemukan potensi obat dari etnis Madura serta prediksi aktivitas senyawa aktif untuk penanganan gejala penyakit kronis populer berupa TBC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa cara pemanfaatan tanaman obat sebagai jamu tradisional oleh etnis Madura masih mempertahankan budaya warisan leluhur dengan menggunakan peralatan tradisional yang terbuat dari tanah. Selain itu, sebagian besar tanaman obat yang dimanfaatkan oleh etnis Madura tergolong dalam famili Zingiberaceae yang memiliki beragam senyawa aktif dengan aktivitas antioksidan, antimikrob, antiinflamasi bahkan antitusif yang baik untuk mengurangi gejala TBC berupa demam dan batuk. Temuan etnofarmakologi ini menjembatani pengetahuan herbal lokal etnis Madura dengan kajian ilmiah modern, serta menunjukkan potensi jamu tradisional sebagai sumber kandidat terapi pendukung untuk penanganan gejala Tuberkulosis (TBC).

Kata kunci: antimikroba, etnis Madura, jamu, senyawa aktif, TBC

ABSTRACT

Tuberculosis (TB) is an infectious disease caused by airborne-bacteria *Mycobacterium tuberculosis* (MTB). Due to high cost and limited access, drug resistance in TB is quietly common in developing countries, including Indonesia. Traditional Indonesian herbal medicine, known as jamu, has long been used to treat TB symptoms. The Madurese are one of the tribes in Indonesia that still use herbal plants as traditional herbal medicines. This study explores the types of medicinal plants used by the Madurese to prepare jamu and predicts the active compounds in jamu that involved in TB treatment. A descriptive-qualitative approach using in-depth interviews with local communities, was conducted to discover the potential of Madurese medicines and predict the activity of active compounds in treating TB symptoms. The results show that the Madurese remain the ancestral heritage culture by using traditional claypots to prepare traditional jamu. Furthermore, most of the medicinal plants used by the Madurese belong to the

Zingiberaceae family, which contains various active compounds with antioxidant, antimicrobial, anti-inflammatory, and antitussive activity, which are effective in reducing TB symptoms such as fever and cough. These ethnopharmacological findings bridge the local herbal knowledge of the Madurese with modern scientific studies and demonstrate the potential of traditional jamu as a source of candidate supportive therapies for tuberculosis (TB) symptoms.

Keyword: *active compounds, anti-microbes, jamu, Madura tribe, TB*

PENDAHULUAN

Masyarakat Indonesia telah mengenal pengobatan tradisional sejak dahulu dengan membudidayakan tanaman obat di wilayah Indonesia. Penggunaan tanaman obat dalam pengobatan tradisional merupakan salah satu upaya untuk menjaga kebugaran dan kesehatan serta mengatasi gangguan kesehatan (1). Pengetahuan tentang pemanfaatan tanaman obat yang diwariskan secara turun temurun oleh nenek moyang disebut jamu atau obat tradisional. Jamu merupakan bagian dari budaya Indonesia yang diwariskan oleh nenek moyang di berbagai pulau di Indonesia. Pada umumnya penggunaan jamu memiliki ciri khas lokal yaitu cara pembuatan, pemilihan bahan, alat yang digunakan disesuaikan dengan keadaan dan tradisi daerah setempat (2).

Jamu-jamu suku Madura dikenal memiliki khasiat untuk kesehatan dan baik untuk menjaga kebugaran tubuh maupun untuk mengatasi penyakit ringan seperti batuk, demam, menambah nafsu makan dan rematik (3). Pengetahuan tentang pengobatan tradisional suku Madura mulai ditinggalkan karena dianggap kurang efektif, sehingga menimbulkan kekhawatiran akan hilangnya kearifan tradisional suku Madura. Hilangnya pengetahuan kearifan lokal akan menyebabkan lepasnya pedoman pengelolaan sumber daya alam yang bersifat etnik (4).

Tuberkulosis merupakan penyakit yang penyebarannya dipengaruhi oleh lingkungan dan tingkah perilaku (5). Penyakit TBC diawali dengan gejala ringan seperti batuk yang tidak kunjung sembuh, demam, nafsu makan menurun dan gejala nyeri sendi. Ketika seseorang mengalami batuk, maka akan mengeluarkan dan menyebarkan bakteri MTB melalui udara (5). Penyakit TBC diawali dengan gejala ringan seperti batuk yang tidak kunjung sembuh, demam, nafsu makan menurun dan gejala nyeri sendi. Pada penderita tuberkulosis, bakteri MTB dapat menyebar melalui droplet yang keluar saat batuk, sehingga berisiko menularkan infeksi kepada orang lain (6).

Penyakit TBC merupakan salah satu jenis penyakit kronis yang masih menjadi masalah kesehatan masyarakat yang serius di berbagai daerah di Indonesia, termasuk di Madura. Sumenep yang termasuk dalam salah satu kabupaten di wilayah Madura, menghadapi beban kasus TBC yang serius, dengan laporan tahun 2025 menunjukkan ribuan kasus kejadian TBC. Selain itu, sebanyak 296 kasus kematian akibat TBC dilaporkan pada periode yang sama (7). Kondisi ini menempatkan Sumenep sebagai daerah dengan kasus TBC tertinggi kedua di Jawa Timur, yang didominasi oleh TBC sensitif obat pada kelompok usia dewasa. Tingginya angka tersebut menggambarkan seriusnya permasalahan TBC sebagai penyakit menular kronis di wilayah Madura. Kondisi ini menjadi konteks epidemiologis penting bagi wilayah pedesaan di Sumenep, termasuk Desa Bangselok.

Berdasarkan penjelasan di atas, penelitian ini bertujuan mengeksplorasi jenis tanaman yang digunakan sebagai ramuan jamu, dan cara pembuatan serta peralatan yang digunakan secara tradisional oleh masyarakat suku Madura yang merupakan warisan turun temurun dari nenek moyangnya untuk mengatasi gejala penyakit TBC. Penelitian ini diharapkan seperti jembatan pengetahuan antara herbal lokal etnis Madura dengan kajian ilmiah modern, serta menunjukkan potensi jamu tradisional Madura sebagai sumber kandidat terapi pendukung untuk penanganan gejala TBC di Madura dan Indonesia.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Desa Bangselok, Kabupaten Sumenep, Madura, Indonesia. Penelitian ini dilakukan selama empat minggu. Alat dan bahan yang digunakan adalah kuesioner untuk responden terpilih, buku daftar tanaman obat Indonesia untuk identifikasi, alat tulis, kamera untuk dokumentasi dan GPS (*Global Positioning System*). Objek dalam penelitian ini adalah masyarakat Desa Bangselok yang mencakup masyarakat yang sering menggunakan tanaman obat untuk racikan jamu, individu dengan pengetahuan tanaman obat lokal, dan penyembuh tradisional. Rentang usia dari penduduk yang diwawancara berkisar pada 35-70 tahun, dengan rasio laki-laki dengan perempuan adalah 43% dan 53% dari total yang diwawancara.

Pengumpulan Data

Pada penelitian ini dilakukan pengumpulan data nama tanaman obat, budaya meracik jamu, peralatan yang digunakan untuk meracik atau membuat jamu oleh masyarakat Madura. Metode pendekatan yang digunakan adalah pendekatan etnobotani dengan melakukan wawancara bebas maupun terstruktur dan wawancara mendalam pada masyarakat desa Bangselok, Madura. Substansi wawancara berfokus pada peracik jamu, teknik observasi, penelusuran sejarah budaya di museum setempat, studi literatur dari buku-buku atau referensi lainnya yang disusun dalam lembar wawancara. Lembar wawancara tersebut digunakan untuk menggali jenis tanaman obat lokal Madura serta fungsinya dalam pengobatan tradisional. Instrumen lain yang digunakan adalah lembar *inform consent* yang dibagikan sebelum dilakukan wawancara sebagai bukti persetujuan informan untuk pengambilan data.

Analisis Data

Data yang telah diperoleh diklasifikasikan dan dianalisis menggunakan metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Analisis data penelitian dilakukan dengan mentranskripsikan bahasa lisan ke dalam bentuk bahasa tulis. Kemudian dilanjutkan dengan proses pengklasifikasian, pendeskripsian, analisis, dan interpretasi hasil penelitian mengenai tanaman obat lokal Madura serta fungsi tanaman obat dalam pengobatan tradisional pada masyarakat lokal Madura terutama untuk menangani penyakit TB.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sejarah dan Budaya Jamu Madura di Sumenep

Kabupaten Sumenep memiliki luas wilayah 2.093,47 km² dan jumlah penduduk 1.076.805 jiwa. Letak geografis Kabupaten Sumenep adalah di antara 113 ° 32' -116 ° 16' Bujur Timur dan 4 ° 55' -7 ° 24' Lintang Selatan. Bagian selatan wilayah Sumenep berbatasan dengan Selat Madura, sebelah utara dengan Laut Jawa, sebelah barat dengan Kabupaten Pamekasan, dan sebelah timur dengan laut Jawa dan Laut Flores (Gambar 1). Karakter masyarakat Sumenep sangat ramah, sopan, menjunjung tinggi nilai-nilai adat istiadat setempat. Mata pencaharian penduduknya adalah bertani, nelayan, berdagang, pembuat jamu, guru, dan lain-lain. Keanekaragaman karakter dan mata pencaharian ini menyebabkan perbedaan dalam pemanfaatan tumbuhan baik dari segi ekonomi, spiritual, nilai budaya, kesehatan, kecantikan bahkan pengobatan penyakit (8). Kabupaten Sumenep memiliki sejarah yang menjadi titik awal perkembangan peradaban di Pulau Madura. Kerajaan yang pertama kali berdiri di Pulau Madura pada tahun 1781 yaitu Kraton Sumenep yang perkembangannya dipengaruhi oleh budaya Islam dan Tionghoa. Warisan leluhur yang dipertahankan oleh Masyarakat Sumenep dari era tersebut salah satunya adalah metode pengobatan secara turun-temurun berupa jamu. Pemanfaatan tumbuhan obat secara tradisional telah diwariskan secara turun temurun (9). Berdasarkan hasil wawancara dengan narasumber mengenai sejarah jamu di Kabuapten Sumenep, diinformasikan bahwa jamu di Kabupaten Sumenep sudah ada sejak jaman kerajaan Sumenep berdiri yaitu sekitar tahun 1781. Jamu biasanya digunakan oleh keluarga kerajaan untuk menjaga kesehatan dan kebugaran tubuh.



Gambar 1. Peta Daerah Sumenep

Peralatan Merebus Jamu Tradisional Madura

Proses pembuatan jamu yang berasal dari nenek moyang biasanya menggunakan peralatan tradisional dan menggunakan cara-cara tradisional seperti ditumbuk-tumbuk. Tujuan dari kegiatan menumbuk dan menggiling adalah mendapatkan kandungan senyawa aktif yang utuh dan alami. Peralatan perebusan yang digunakan juga terbuat dari tanah dengan berbagai macam bentuk untuk membantu melarutkan kandungan senyawa yang terkandung dalam tanaman obat dengan cara dipanaskan (Gambar 2).



Gambar 2. Peralatan Merebus Jamu

Peralatan perebusan yang terbuat dari tanah diduga dapat membantu terbentuknya ikatan kompleks antara senyawa dengan mineral penyusun peralatan tersebut (10). Hal ini sejalan dengan observasi lain yang menunjukkan bahwa kuali atau periuk tanah liat masih digunakan para penjual jamu untuk merebus bahan-bahan ramuan jamu (11). Bahan baku tanah diduga lebih tahan terhadap senyawa aktif dalam tanaman obat sehingga wadah tidak akan mengubah atau mengurangi sifat yang diharapkan dari jamu yang dibuat (11). Selain itu, periuk tanah liat memiliki luas permukaan pori yang besar sehingga mampu mengabsorpsi senyawa berbahaya yang tidak diinginkan selama proses pembuatan ramuan, termasuk biomolekul alami seperti DNA maupun protein (12). Di Indonesia, berdasarkan pembacaan Sejarah relief dan tulisan kuno, penggunaan kuali tanah liat sebagai alat perebusan ramuan jamu telah ada sejak era kerajaan Majapahit pada abad ke-14 Masehi (13).

Jenis-jenis Tumbuhan Obat yang digunakan dalam Jamu Madura untuk penyakit TBC

Berdasarkan hasil wawancara dengan 27 orang (informan utama) yang terdiri dari dukun jamu, dukun pijat dan masyarakat setempat diketahui bahwa tumbuhan yang biasa digunakan sebagai obat dengan gejala TBC (demam dan batuk) ada 26 jenis tumbuhan pada Tabel 1.

Tabel 1. Tanaman obat yang digunakan oleh etnis Madura untuk mengobati TBC

No	Nama Lokal	Famili	Spesies	Bagian Tanaman
1	Chabi Jhamo	Piperaceae	<i>Piper retrofractum</i> Vahl	Buah
2	Konceh	Zingiberaceae	<i>Boesenbergia pandurata</i> (Roxb.) Schlecht.	Rimpang, Daun
3	Jharangoh	Arecaceae	<i>Acorus calamus</i> L.	Rimpang
4	Konyi' pote	Zingiberaceae	<i>Curcuma zedoaria</i> (Berg.) Roscoe.	Rimpang
5	Lampojang	Zingiberaceae	<i>Zingiber zerumbet</i> (L.) J. E. Smith	Rimpang
6	Laos	Zingiberaceae	<i>Alpinia galanga</i> (L.) Swartz	Rimpang
7	Pandhiang	Zingiberaceae	<i>Z. purpureum</i> Roxb.	Rimpang
8	Temo Celleng	Zingiberaceae	<i>C. aeruginosa</i> Roxb.	Rimpang
9	Temo Giring	Zingiberaceae	<i>C. heyneana</i> Val. & v. Zijp.	Rimpang
10	Temo Pao	Zingiberaceae	<i>C. mangga</i> Val.	Rimpang
11	Blimbing Buluh	Oxalidaceae	<i>Averrhoa carambola</i> L.	Buah
12	Brotowali	Menispermaceae	<i>Tinospora crispa</i> (L.)	Daun, Batang
13	Cermeh	Euphorbiaceae	<i>Phyllanthus acidus</i> (L.) Skeels	Daun
14	kapoh	Sterculiaceae	<i>Ceiba pentandra</i> (L.) Gaertn.	Daun
15	Jheruk Pecel	Rutaceae	<i>C. aurantifolia</i> (Christm. & Panz) Swingle	Kulit Buah
16	Koddhu'	Rutaceae	<i>Morinda citrifolia</i> L.	Daun, Buah
17	Kates Rambei	Caricaceae	<i>Carica papaya</i> L.	Daun, Akar
18	Sage	Papilionaceae	<i>Abrus precatorius</i> L.	Daun
19	Jeih	Zingiberaceae	<i>Z. officinale</i> Roxb	Rimpang
20	Dhaun	Labiatae	<i>Hyptis suaveolens</i> (L.) Poit.	Daun
21	Komandhin Kos-tekosan	Apiaceae	<i>Centella asiatica</i> L. Urb.	Seluruh bagian tanaman
22	Ganda Rusa	Acanthaceae	<i>Justicia gendarussa</i> Brum. f.	Daun
23	Kachobung	Solanaceae	<i>Datura metel</i> L.	Daun
24	Kemangih	Lamiaceae	<i>Ocimum sanctum</i> L.	Daun
25	Ber Aber	Moraceae	<i>Ficus septica</i> Burm. f.	Daun, Buah, Akar
26	Cempakah Koneng	Magnoliaceae	<i>Michelia champaca</i> DC	Bunga, Akar, daun

Tumbuhan yang sering digunakan sebagai tanaman obat adalah famili Zingiberaceae karena tumbuhan ini banyak ditanam oleh masyarakat setempat. Selain tersebar di beragam wilayah baik Indonesia maupun di negara lain, tanaman dari famili Zingiberaceae banyak dilaporkan memiliki beragam senyawa aktif yang dimanfaatkan di bidang farmakologi (14) dan terapeutik. Kandungan gingerol dan kurkuminoid memiliki potensi yang signifikan dalam bidang farmakologi karena memiliki aktivitas antioksidan dan modulasi respons biologis yang tinggi. Selain itu, aktivitas terapeutik dari famili Zingiberaceae seperti jahe (*Z. officinale* Roscoe), kunyit (*C. longa* L.), temulawak (*C. zanthorrhiza* Roxb.), dan lengkuas (*A. galanga* L.) didukung dengan kemampuan senyawa bioaktifnya sebagai agen inflamasi, antimikrob, antikanker, hepatoprotektif dan neuroprotektif yang cukup kuat (15). Penelitian lain juga menunjukkan bahwa dari 15 famili tanaman obat tradisional untuk batuk dan mengigil di provinsi Jawa Timur, Zingiberaceae menjadi kelompok dengan *family importance value* (FIV) tertinggi (63.96%) disusul Rutaceae dan Poaceae (16).

Beberapa tumbuhan obat yang ditemukan di sekitar pekarangan rumah berasal dari famili Menispermaceae, Labiatae, Papilionaceae, Apiaceae, Acanthaceae, Lamiaceae, Moraceae, dan Solanaceae. Bagian tanaman yang biasa digunakan sebagai obat tradisional adalah daun, batang, akar, bunga, dan buah. Bagian daun sering digunakan sebagai obat tradisional karena memiliki kandungan air sebesar 70-80%, dimana pada akumulasi fotosintat tersebut diduga memiliki zat-zat yang dapat menyembuhkan penyakit (17). Daun merupakan bagian tanaman yang mudah ditemukan dan mudah diracik (18).

Ragam Jamu Madura untuk Penanganan Gejala Penyakit TBC

Jamu Madura dibuat secara tradisional untuk menjaga kesehatan dan mengatasi masalah kesehatan termasuk demam dan batuk yang menjadi gejala penyakit TBC. Beberapa jenis jamu Madura yang berhasil terdata dari Bangselok, Sumenep disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Jamu dari Madura sebagai Pengobatan Batuk dan Demam untuk Gejala TBC

Penyakit	Herbal	Cara Penggunaan	Waktu	Peralatan
Batuk	3 rimpang jahe + air jeruk nipis	Rimpang jahe ditumbuk hingga halus, kemudian tambahkan 700 ml air dan direbus. Tambahkan air jeruk nipis.	15-20 menit	Tembikar
	7 daun/bunga cempaka putih + 2 ruas jahe + 1 genggam daun cermai	Masukkan herbal ke dalam tembikar dan tambahkan 700 ml air, kemudian rebus.	30 menit	Tembikar
	3 buah belimbing wuluh + 2 genggam daun cermai + 2 rimpang jahe	Masukkan herbal ke dalam tembikar dan tambahkan 900 ml air, kemudian rebus.	30 menit	Tembikar
	1 genggam daun saga + 1 genggam daun cermai + 3 rimpang jahe	Masukkan herbal ke dalam tembikar dan tambahkan 1000 ml air, kemudian rebus.	30 menit	Tembikar
	7 cabe jamu + 3 rimpang temu kunci	Cabe jamu dan temu kunci ditumbuk hingga halus, kemudian tambahkan 900 ml air dan direbus.	30 menit	Tembikar
Demam	3 ruas rimpang bangle + 3 rimpang mangga	Rimpang bangle dan mangga ditumbuk hingga halus, kemudian tambahkan 900 ml air dan direbus.	20 menit	Tembikar
	7 daun cempaka putih + 1/2 genggam daun kemangi + 7 daun cempaka putih + 1/2 genggam daun kemangi	Masukkan herbal ke dalam tembikar dan tambahkan 900 ml air, kemudian rebus.	20 menit	Tembikar

TBC merupakan penyakit yang menyerang saluran pernapasan yang disebabkan oleh infeksi MTB dengan gejala pada pasien seperti batuk, nyeri dada, napas pendek, nafsu makan menurun, penurunan berat badan, demam, menggigil, dan kelelahan (19). Pengobatan TBC membutuhkan waktu yang cukup lama, pemberian Obat Anti Tuberkulosis (OAT) yang tidak tepat akan menyebabkan timbulnya *Multi Drug Resistance* (MDR) (20). Obat infeksi lini pertama adalah isoniazid, rifampisin, Ethambutol, dan Pirazinamid dan dua obat yang paling efektif adalah isoniazid dan rifampisin (21). Namun, sampai saat ini belum ditemukan obat tuberkulosis yang baru dan aman bagi kesehatan, penemuan obat tuberkulosis sangat diperlukan untuk menghindari terjadinya resistensi multidrug pada MTB.

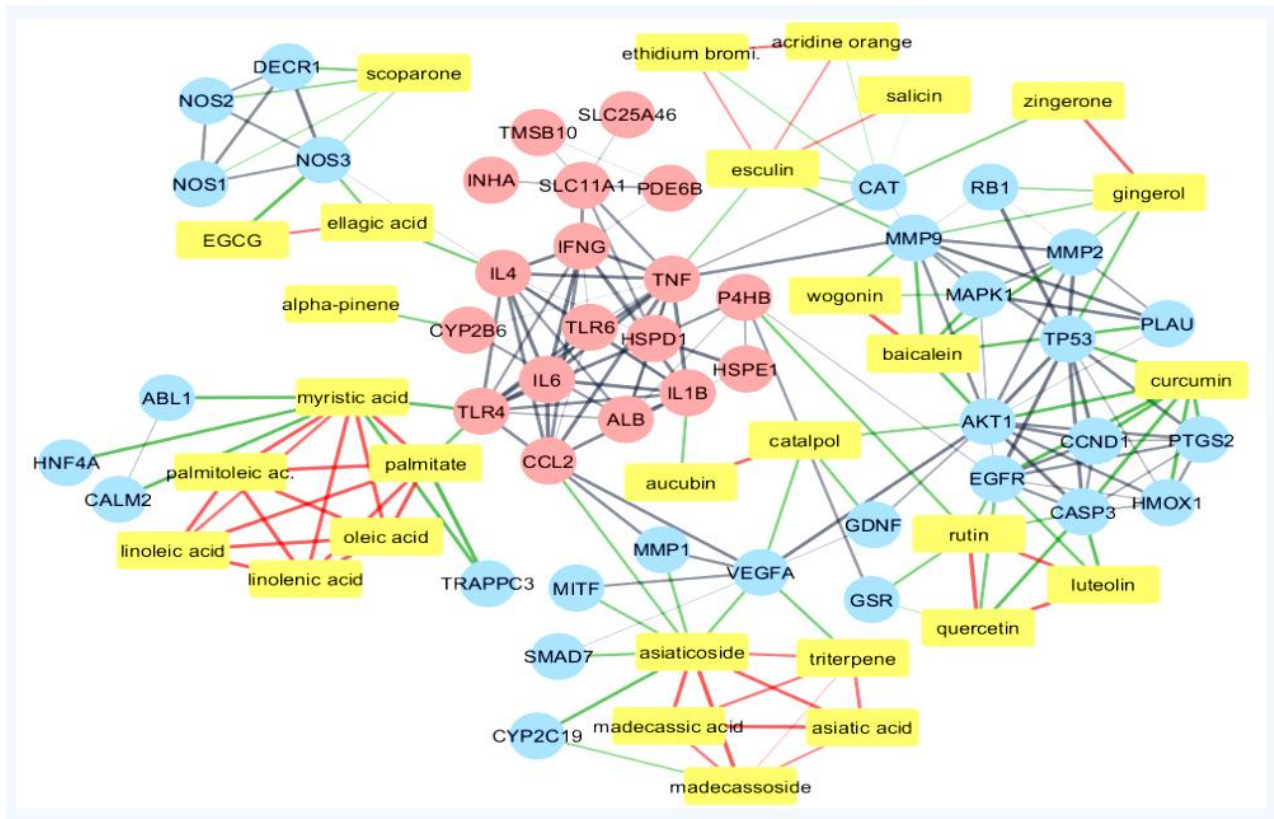
Salah satu sumber obat yang aman dan potensial untuk digunakan adalah tanaman obat tradisional, namun pengobatan TBC tidak dapat menggunakan satu jenis tanaman obat melainkan menggunakan ramuan herbal tradisional yang terdiri dari berbagai tanaman Obat yang berpotensi mengatasi penyakit dengan gejala TBC. Ramuan Madura dipercaya oleh masyarakat Madura dapat mengobati penyakit dengan gejala TBC, seperti batuk dan demam. Pengobatan dengan menggunakan ramuan Madura harus dilakukan sesuai dengan resep yang telah diwariskan secara turun temurun agar ramuan tersebut memiliki khasiat yang ampuh dan dapat menyembuhkan penderita batuk atau demam. Di beberapa negara telah meneliti penggunaan tanaman obat sebagai anti TBC seperti Kanada (22), Italia (23,24), dan Malaysia (25,26), namun dari berbagai penelitian yang telah dilakukan belum ada yang menggunakan ramuan herbal yang terdiri dari beberapa tanaman obat sebagai anti TBC. Herbal khas Indonesia seperti daun saga, blimbing wuluh, jahe dan air perasan jeruk nipis memiliki khasiat sebagai obat batuk yang sering menjadi gejala awal TBC (27,28)

Analisis Senyawa Aktif dalam Ramuan Jamu Madura

Analisis senyawa aktif pada tanaman bertujuan untuk mengkaji interaksi senyawa tersebut dengan target biologisnya. Informasi mengenai efektivitas, bioavailabilitas, dan potensi efek samping sangat penting untuk menghasilkan pengobatan yang efektif dan efisien (29,30). Terdapat beragam jenis senyawa bioaktif asal tanaman obat atau herbal yang diketahui memiliki efek farmakologis yang luas [Tabel 3], termasuk meredakan batuk dan demam. Senyawa gingerol, shogaol, dan zingerone yang ditemukan pada rimpang jahe (*Z. officinale*) diketahui memiliki aktivitas antioksidan, anti-inflamasi dan antiviral yang tinggi (31). Sifat antipiretik (penurun demam), analgesik (peredam nyeri), dan antitusif (peredam batuk) dari shogaol dan gingerol pada jahe berpotensi membantu dalam pengobatan penyakit selesma (*cold*) (32). Senyawa-senyawa aktif tersebut berpotensi berinteraksi secara sinergis dalam memodulasi respons inflamasi, meningkatkan aktivitas antimikobakteri, serta mendukung efektivitas terapi TBC, seperti tampak pada Gambar 3.

Tabel 3. Senyawa Aktif Herbal dari database

Senyawa aktif yang berperan dalam mengobati gejala TB				
6-gingerol ¹	6-paradol ¹	Borneol ²	Niacin ²	β -phellandrene ²
8-gingerol ¹	6-dehydrogingerdione ¹	Isopimpinellin ²	α -pinene ²	Malic acid ²
10-gingerol ¹	10-dehydrogingerdione ¹	β -pinene ²	Palmitoleic acid ²	Citrid acid ²
6-shogaol ¹	6-gingerdione ¹	Ascorbic acid ²	Caryophyllene ²	Citronella ²
8-shogaol ¹	10-gingerdione ¹	Riboflavin ²	Linalool ²	Germacrene ²
10-shogaol ¹	Nonanal ²	α -phellandrene ²	Limonene ²	Myrcene ²
Zingerone ¹	Neral ²	1,8-cineole ²	α -thujene ²	Myristic acid ²
Terpinolene ²	α -zingiberene ^{3,4}	Zingiberene ^{3,4}	Zingiberenol ^{3,4}	Zingiberine ^{3,4}
Terpinen-4-ol ²	β -zingiberene ^{3,4}	Zingiberenes ^{3,4}	Zingiberol ^{3,4}	Zingiberone ^{3,4}
Curcumadiol ^{5,6,7}	Curcumanolide-B ^{5,6,7}	Oleic acid ⁸	Terpenoid ⁸	Piperanine ⁹
Curcumanolide-A ^{5,6,7}	Tannin ⁸	Camphorsulfonic acid ⁸	Flavonoid ⁸	Piperidine ⁹
Abrusgenic acid ¹⁰	Abrusoside-A,B,C,D ¹⁰	Abrusogenin ¹⁰	Galangal acetate ¹²	Piperine ⁹
Abruslectone ¹⁰	Abrusosides ¹⁰	Phyllanthus-D ¹¹	Ocimumocite-A ¹³	Ocimumocite-B ¹³



Gambar 3. Interaksi senyawa aktif tanaman obat Indonesia dengan protein tuberculosis

Analisis STITCH dan STRING mengungkapkan terdapat interaksi beberapa senyawa aktif dari herbal seperti *Z. officinale* Rosc., *C. domestica*, *Centella asiatica*, dan *Citrus aurantifolia* dengan protein yang berkaitan dengan mekanisme tuberculosis (33). Interaksi kompleks antara asam elagat, α -pinen, asam miristat, asiatikosida, aukubin, rutin, ataupun esculin dengan protein-protein terkait TBC tergambar dalam dua cluster dengan beberapa kelompok dan jalur yang ditandai dengan beberapa warna berbeda (Gambar 3). Lingkaran merah menunjukkan protein yang terlibat dalam mekanisme tuberculosis, sedangkan lingkaran biru menunjukkan protein yang tidak terkait dengan mekanisme tuberculosis. Kotak kuning menunjukkan senyawa aktif. Garis hijau menunjukkan interaksi protein aktif, sementara untuk garis merah menunjukkan interaksi senyawa-senyawa aktif (33). Interaksi ini juga mengindikasikan terdapat pengurangan gejala TBC oleh senyawa-senyawa aktif tanaman obat dapat melalui penyeimbangan sistem imun.

Tanaman obat asli Indonesia seperti *Z. officinalis*, *C. zedoaria*, *C. aurantifolia*, *Curcuma heyneana*, dan *Curcuma mangga* mengandung senyawa aktif yang berinteraksi dengan protein IL-4, TNF- α , IL-1B, CCL-2, TLR4, dan P4HB yang berhubungan dengan penyakit TB (Gambar 3). Senyawa-senyawa aktif tersebut dapat mempertahankan keseimbangan homeostasis dan kinerja sistem imun terhadap penyakit TBC. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa sitokin seperti IL-4, IL-1B, dan CCL-2 dapat menghambat pertumbuhan *Mycobacterium* (34). TNF- α memiliki ekspresi yang tinggi selama infeksi laten, hal ini dimungkinkan berkorelasi dengan IFN- γ yang mengontrol proses replikasi bakteri *Mycobacterium* (35). TLR4 adalah protein transmembran yang berfungsi sebagai reseptor pada makrofag untuk mengidentifikasi *Mycobacterium* (36), sementara P4HB adalah enzim disulfat terkatalisis yang meningkatkan migrasi sel Th-2 (37). Melalui interaksi spesifik dengan protein dan target molekuler pada sel patogen atau sel inang, senyawa aktif tanaman dapat memodulasi proses biologis penting yang selanjutnya memicu aktivitas antimikroba dan antioksidan dalam pengobatan penyakit

Efek Anti-Mikroba

Berkaitan dengan eksplorasi pengobatan gejala TBC dengan jamu herbal tradisional, berbagai tanaman obat ternyata diketahui memiliki aktivitas biologis sebagai agen antimikroba yang cukup kuat. Hal ini ditunjukkan oleh kemampuan senyawa aktifnya dalam menghambat pertumbuhan dan perkembangan mikroba patogen. Tanaman *C. aurantifolia* memiliki kemampuan untuk menghambat pertumbuhan mikroba bakteri *Staphylococcus aureus*, *Salmonella typhi*, *Enterococcus faecalis* karena kandungan minyak atsiri, asam sitrat, asam malat, asam tartarat, dan fenol yang bersifat bakterisidal (38,39). Mekanisme penghambatan dengan cara menurunkan pH lingkungan di bawah kisaran pH pertumbuhan bakteri (40). Lalu, ekstrak *Z. officinale* menunjukkan aktivitas antimikroba yang kuat terhadap *Pseudomonas aeruginosa* multiresisten, ditandai dengan penurunan jumlah koloni sebesar 3 log₁₀ dalam 12 jam, kerusakan integritas membran pada 70,06% sel, peningkatan retensi etidium bromida pada 86,9% sel, serta penghambatan pembentukan biofilm hingga 68,13–84,86% (41). Penelitian lain menunjukkan minyak atsiri jahe menunjukkan aktivitas antibakteri yang signifikan terhadap *Bacillus subtilis*, *Staphylococcus aureus*, *Escherichia coli*, dan *Pseudomonas aeruginosa* berdasarkan uji difusi cakram, yang tercermin dari terbentuknya zona hambat pertumbuhan bakteri yaitu sekitar 10-12 mm (42). Tanaman lain yaitu *A. carambola* menghasilkan ekstrak seperti madu dari buahnya yang memiliki aktivitas antibakteri lebih kuat dibandingkan manuka honey (MGO 250+) dengan kemampuan menghambat delapan isolat bakteri penting secara medis yaitu beberapa isolate MRSA, *E. coli*, *P. aeruginosa*, dan *Salmonella typhimurium* (43). Temuan ini menegaskan bahwa tanaman herbal/obat dalam jamu Madura berpotensi dikembangkan sebagai sumber agen antimikroba alami yang efektif dalam menghambat pertumbuhan mikroba patogen termasuk MTB.

Efek Antioksidan

Beberapa tanaman obat Madura penting juga menunjukkan aktivitas antioksidan yang cukup tinggi. Ekstrak buah *C. aurantifolia* menunjukkan aktivitas antioksidan dengan cara menghambat oksidasi radikal bebas karena mengandung alkaloid, fenol, saponin, tanin, steroid, dan flavonoid (44). Senyawa flavonoid berperan sebagai pemulung radikal bebas yang mampu melepaskan atom hidrogen dari gugus hidroksilnya, sehingga radikal bebas akan lebih stabil dan tidak merusak lipid, protein maupun DNA (45). Tanaman obat lain yaitu famili Zingiberaceae mengandung kandungan flavonoid yang terkenal dengan sifat antioksidannya (46). *Z. officinalis*, *Boesenbergia pandurata*, *A. galangal*, dan *Curcuma aeruginosa* juga dilaporkan memiliki sifat antioksidan yang sangat kuat, sedangkan untuk, *Z. zerumbet* dan *C. heyneana* memiliki tingkat antioksidan sedang (47). Flavonoid merupakan turunan senyawa fenolik yang berperan penting dalam menetralisasi RONS (*reactive oxygen-nitrogen species*) melalui pengikatan langsung, penghambatan enzim penghasil RONS, serta pembentukan khelat dengan logam yang memicu pembentukan RONS, sehingga mampu melindungi sel normal dari kerusakan oksidatif seperti peroksidasi lipid dan kerusakan DNA (48).

Polifenol yang merupakan salah satu contoh golongan flavonoid yang berfungsi sebagai pemulung radikal bebas dengan cara mendonorkan elektron tunggal dari gugus fenol yang kemudian menstabilkan senyawa radikal bebas disekitarnya (49,50). Selanjutnya, hasil penelitian lain menunjukkan bahwa *A. carambola* memiliki aktivitas antioksidan yang kuat, yang ditunjukkan oleh keberadaan 16 senyawa fenolik dengan kandungan fenolik total mencapai 293,1 mg ekuivalen asam galat per 100 g bobot segar, serta didukung oleh tingginya kandungan flavonoid total hingga 235,1 mg ekuivalen katekin per 100 g bobot segar (51). Aktivitas antioksidan yang kuat dari *A. carambola* dimediasi oleh kandungan senyawa bioaktif seperti L-asam askorbat, epikatekin, dan asam galat (52). Dengan ragam kandungan senyawa bioaktifnya, tanaman obat dalam jamu Madura juga menunjukkan aktivitas antioksidan yang signifikan dan berperan penting dalam menangkal stres oksidatif, untuk meningkatkan daya tahan tubuh melawan infeksi patogen seperti MTB.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil eksplorasi, masyarakat suku Madura memanfaatkan beragam tanaman sebagai bahan ramuan jamu tradisional dengan teknik pembuatan dan peralatan yang masih mempertahankan cara tradisional, khususnya dalam penanganan penyakit yang ditandai gejala kronis seperti TBC. Temuan menunjukkan bahwa tanaman dari famili Zingiberaceae merupakan kelompok yang paling dominan digunakan, dengan formulasi jamu yang umumnya mengombinasikan jahe, jeruk nipis, dan cempaka. Keberadaan senyawa aktif seperti gingerol, shogaol, dan zingerone yang memiliki aktivitas antioksidan, antiinflamasi, antimikrob, antipiretik, analgesik, dan antitusif yang kuat memberikan dasar ilmiah bahwa ramuan jamu tersebut berpotensi efektif dalam meredakan batuk dan demam sebagai gejala utama TBC.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diberikan kepada Kementerian Pendidikan Tinggi, Sains, dan Teknologi (Mendiknasristek) Republik Indonesia atas dukungan finansial yang diberikan melalui program Beasiswa BPPDN (Beasiswa Pendidikan Pascasarjana Dalam Negeri), yang telah mendukung terlaksananya penelitian ini hingga selesai.

DAFTAR PUSTAKA

- Akinyemi, O., Oyewale, S., & Jimoh, K. (2018). Medicinal plants and sustainable human health: a review. *Horticulture International Journal*, 2(4), 194–195. doi: <https://doi.org/10.15406/hij.2018.02.00051>
- Akunna, G. ., Lucyann, C. A., & Saalu, L. C. (2023). Rooted in Tradition, Thriving in the Present: The Future and Sustainability of Herbal Medicine in Nigeria's Healthcare Landscape. *Journal of Innovations in Medical Research*, 2(11), 28–40. doi: <https://doi.org/10.56397/jimr/2023.11.05>
- Alolga, R. N., Wang, F., Zhang, X., Li, J., Tran, L. S. P., & Yin, X. (2022). Bioactive Compounds from the Zingiberaceae Family with Known Antioxidant Activities for Possible Therapeutic Uses. *Antioxidants*, 11(7), 1281. doi: <https://doi.org/10.3390/antiox11071281>
- Aristyani, S., Widyarti, S., & Sumitro, S. B. (2018). Network analysis of indigenous Indonesia medical plants for treating tuberculosis. *Pharmacognosy Journal*, 10(6), 1159–1164. doi: <https://doi.org/10.5530/pj.2018.6.198>
- Ayustaningwarno, F., Anjani, G., Ayu, A. M., & Fogliano, V. (2024). A critical review of Ginger's (Zingiber officinale) antioxidant, anti-inflammatory, and immunomodulatory activities. *Frontiers in Nutrition*, 11(June), 1–16. doi: <https://doi.org/10.3389/fnut.2024.1364836>
- Cahyana, Y. (2018). Pergeseran Kearifan Lokal Masyarakat Dalam Mengelola Sumber Daya Alam. *FOKUS: Publikasi Ilmiah Untuk Mahasiswa, Staf Pengajar Dan Alumni Universitas Kapuas Sintang*, 16(1), 155–162. doi: <https://doi.org/10.51826/fokus.v16i1.147>
- Chakotiya, A. S., Tanwar, A., Narula, A., & Sharma, R. K. (2017). Zingiber officinale: Its antibacterial activity on Pseudomonas aeruginosa and mode of action evaluated by flow cytometry. *Microbial Pathogenesis*, 107, 254–260. doi: <https://doi.org/10.1016/j.micpath.2017.03.029>
- Davidson, G., Davidson, D. U., Okoye, O. K., Mensah, L. S., Ukaegbu, E. C., Agbor, D. B. A., Adegbola, M. O., Eneyo, U. S., Osuluku, B. A., Dinyain, T. O., Okeke, A. A., Okah, M. J., Owulu, A. I., Peterson, J. C., Onyekweli, S. O., Omoruyi, G. O., Adebisi, O. S., Atoyebi, F. A., Omeje, A. C., ... Uche, C. J. (2024). Overview of Tuberculosis: Causes, Symptoms and Risk Factors. *Asian Journal of Research in Infectious Diseases*, 15(9), 8–19. doi: <https://doi.org/10.9734/ajrid/2024/v15i9370>
- Deng, M., Yun, X., Ren, S., Qing, Z., & Luo, F. (2022). Plants of the Genus Zingiber: A Review of Their Ethnomedicine, Phytochemistry and Pharmacology. *Molecules*, 27(9), 2826. doi: <https://doi.org/10.3390/molecules27092826>
- Domingo-Gonzalez, R., Prince, O., Cooper, A., & Khader, S. A. (2017). Cytokines and chemokines in Mycobacterium tuberculosis infection. *Microbiology Spectrum*, 4(5), 1110–1128. doi: <https://doi.org/10.1128/9781555819569.ch2>
- Ekasari, W., Widyowati, R., Kurnia, N. D., Jayanegara, A. Q., Sari, A. L., & Sahu, R. K. (2025). Exploration of the Use of Traditional Herbs to Overcome Cough and Cold in Three Provinces of East Java Province. *Scientific World Journal*, 2025(1), 1–16. doi: <https://doi.org/10.1155/tswj/1622754>
- Fortini, P., Di Marzio, P., Guarrera, P. M., & Iorizzi, M. (2016). Ethnobotanical study on the medicinal plants in the Mainarde Mountains (central-southern Apennine, Italy). *Journal of Ethnopharmacology*, 184, 208–218.

doi: <https://doi.org/10.1016/j.jep.2016.03.010>

- Gegia, M., Winters, N., Benedetti, A., van Soolingen, D., & Menzies, D. (2017). Treatment of isoniazid-resistant tuberculosis with first-line drugs: a systematic review and meta-analysis. *The Lancet Infectious Diseases*, 17(2), 223–234. doi: [https://doi.org/10.1016/S1473-3099\(16\)30407-8](https://doi.org/10.1016/S1473-3099(16)30407-8)
- Gomes, C., Rautureau, M., Poustis, J., & Gomes, J. (2021). Benefits and Risks of Clays and Clay Minerals To Human Health From Ancestral To Current Times: a Synoptic Overview. *Clays and Clay Minerals*, 69(5), 612–632. doi: <https://doi.org/10.1007/s42860-021-00160-7>
- Hijaz, F., Al-Rimawi, F., Manthey, J. A., & Killiny, N. (2020). Phenolics, flavonoids and antioxidant capacities in Citrus species with different degree of tolerance to Huanglongbing. *Plant Signaling and Behavior*, 15(5), 1752447. doi: <https://doi.org/10.1080/15592324.2020.1752447>
- Isnawati, D. L., & Sumarno. (2021). Minuman Jamu Tradisional Sebagai Kearifan Lokal Masyarakat di Kerajaan Majapahit pada Abad ke-14 Masehi. *Kesehatan Masyarakat*, 11(2), 305–305.
- Jones-López, E. C., Acuña-Villaorduña, C., Ssebidandi, M., Gaeddert, M., Kubiak, R. W., Ayakaka, I., White, L. F., Joloba, M., Okwera, A., & Fennelly, K. P. (2016). Cough Aerosols of mycobacterium tuberculosis in the prediction of incident tuberculosis disease in household contacts. *Clinical Infectious Diseases*, 63(1), 10–20. doi: <https://doi.org/10.1093/cid/ciw199>
- Josephine Ozioma, E.-O., & Antoinette Nwamaka Chinwe, O. (2019). Herbal Medicines in African Traditional Medicine. In *Herbal Medicine* (pp. 1–57). doi: <https://doi.org/10.5772/intechopen.80348>
- Kompas. (2025). Ribuan Warga Sumenep Terjangkit TBC , Tertinggi Kedua di Jatim. Kompas.Com. <https://surabaya.kompas.com/read/2025/12/19/153147878/ribuan-warga-sumenep-terjangkit-tbc-tertinggi-kedua-di-jatim>
- Kurniawan, D., & Fatmawati, I. (2019). Persepsi Masyarakat Madura Terhadap Peran Tumbuhan Etnofarmaka di Kabupaten Sumenep. *Jurnal Pertanian Cemara*, 16(2), 1–7. doi: <https://doi.org/10.24929/fp.v16i2.809>
- Lakmal, K., Yasawardene, P., Jayarajah, U., & Seneviratne, S. L. (2021). Nutritional and medicinal properties of Star fruit (*Averrhoa carambola*): A review. *Food Science and Nutrition*, 9(3), 1810–1823. doi: <https://doi.org/10.1002/fsn3.2135>
- Leisching, G., Cole, V., Ali, A. T., & Baker, B. (2019). OAS1, OAS2 and OAS3 restrict intracellular M. tb replication and enhance cytokine secretion. *International Journal of Infectious Diseases*, 80, S77–S84. doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijid.2019.02.029>
- Li, A. R., Johari, S. A., Abidin, N. H. K. Z., Isa, M. M., Wahab, H. A., & Mohtar, M. (2025). Physiochemical characterization and antibacterial properties of a honey-like extract from *Averrhoa carambola* fruits. *Journal of Food Science and Technology*, 1–9. doi: <https://doi.org/10.1007/s13197-024-06185-9>
- Luan, F., Peng, L., Lei, Z., Jia, X., Zou, J., Yang, Y., He, X., & Zeng, N. (2021). Traditional Uses, Phytochemical Constituents and Pharmacological Properties of *Averrhoa carambola* L.: A Review. *Frontiers in Pharmacology*, 12(August), 1–27. doi: <https://doi.org/10.3389/fphar.2021.699899>
- Lv, Q. Z., Long, J. T., Gong, Z. F., Nong, K. Y., Liang, X. M., Qin, T., Huang, W., & Yang, L. (2021). Current State of Knowledge on the Antioxidant Effects and Mechanisms of Action of Polyphenolic Compounds. *Natural Product Communications*, 16(7), 1–13. doi: <https://doi.org/10.1177/1934578X211027745>
- Mansour, R. (2019). Determination of nutritional composition in citrus fruits (*C. aurantium*) during maturity. *Nutrition and Food Science*, 49(2), 299–317. doi: <https://doi.org/10.1108/NFS-05-2018-0141>
- Mignon, P., Corbin, G., Le Crom, S., Marry, V., Hao, J., & Daniel, I. (2020). Adsorption of nucleotides on clay surfaces: Effects of mineral composition, pH and solution salts. *Applied Clay Science*, 190(March), 1–8. doi: <https://doi.org/10.1016/j.clay.2020.105544>
- Monari, S., Ferri, M., Salinitro, M., & Tassoni, A. (2022). Ethnobotanical Review and Dataset Compiling on Wild and Cultivated Plants Traditionally Used as Medicinal Remedies in Italy. *Plants*, 11(15), 2041. doi: <https://doi.org/10.3390/plants11152041>
- Mubarak, Z., & Soraya, C. (2018). The acid tolerance response and pH adaptation of *Enterococcus faecalis* in extract of lime *Citrus aurantiifolia* from Aceh Indonesia. *F1000Research*, 7, 1–16. doi: <https://doi.org/10.12688/f1000research.13990.2>
- Muflihah, Y. M., Gollavelli, G., & Ling, Y. C. (2021). Correlation study of antioxidant activity with phenolic and flavonoid compounds in 12 indonesian indigenous herbs. *Antioxidants*, 10, 1530. doi: <https://doi.org/10.3390/antiox10101530>
- Muslimah, D. D. L. (2019). Physical Environmental Factors and Its Association with the Existence of Mycobacterium Tuberculosis: A Study in The Working Region of Perak Timur Public Health Center. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 11(1), 26–34. doi: <https://doi.org/10.20473/jkl.v11i1.2019.26-34>

- Nopitasari, P. (2025). EKSPLORASI PENGOBATAN TRADISIONAL DI ERA MODERN PADA MASYARAKAT DESA PONGANGAN GUNUNG PATI SEMARANG. Di dalam F. Husain & A. Ma'ruf (Editor), *Bunga Rampai Konservasi Sosial Laku Kesehatan Tradisional: Etnobotani Pengobatan pada Masyarakat Kota Semarang* (Edisi 1, hal. 1–33). Unnes Press.
- Odiba, A., Ukegbu, C., Anunobi, O., Chukwunonyelum, I., & Esemonu, J. (2016). Making drugs safer: Improving drug delivery and reducing the side effect of drugs on the human biochemical system. *Nanotechnology Reviews*, 5(2), 183–194. doi: <https://doi.org/10.1515/ntrev-2015-0055>
- Olszowy, M. (2019). What is responsible for antioxidant properties of polyphenolic compounds from plants? *Plant Physiology and Biochemistry*, 144(September), 135–143. doi: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2019.09.039>
- Pratama, A. B., & Ramadhan, F. D. (2021). Khasiat Tanaman Obat Herbal. Di dalam *Inorganic Chemistry: Principles of Structure and Reactivity* (Edisi 1). Pustaka Media.
- Ramadanil, Damry, Rusdi, Hamzah, B., & Zubair, M. S. (2019). Traditional usages and phytochemical screenings of selected Zingiberaceae from central Sulawesi, Indonesia. *Pharmacognosy Journal*, 11(3), 505–510. doi: <https://doi.org/10.5530/pj.2019.11.80>
- Rani, A. N. A., Gaurav, A., Lee, V. S., Nasir, N. M., Md Zain, S., Patil, V. M., & Lee, M. T. (2025). Insights into biological activities profile of gingerols and shogaols for potential pharmacological applications. *Archives of Pharmacal Research*, 48(7–8), 638–675. doi: <https://doi.org/10.1007/s12272-025-01559-9>
- Rizal, S., Kartika, T., & Septia, G. A. (2021). Studi Etnobotani Tumbuhan Obat di Desa Pagar Ruyung Kecamatan Kota Agung Kabupaten Lahat Sumatera Selatan. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 18(2), 222. doi: <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v18i2.6618>
- Sabran, S. F., Mohamed, M., & Abu Bakar, M. F. (2016). Ethnomedical Knowledge of Plants Used for the Treatment of Tuberculosis in Johor, Malaysia. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2016, 1–12. doi: <https://doi.org/10.1155/2016/2850845>
- Sanusi, S. B., Abu Bakar, M. F., Mohamed, M., Sabran, S. F., & Mainasara, M. M. (2017). Southeast Asian Medicinal Plants as a Potential Source of Antituberculosis Agent. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine*, 2017, 1–39. doi: <https://doi.org/10.1155/2017/7185649>
- Sepehri, Z., Kiani, Z., Kohan, F., & Ghavami, S. (2019). Toll-like receptor 4 as an immune receptor against mycobacterium tuberculosis: A systematic review. *Lab Medicine*, 50(2), 117–129. doi: <https://doi.org/10.1093/labmed/lmy047>
- Shakya, R., & Lal, M. A. (2018). Photoassimilate Translocation. In *Plant Physiology, Development and Metabolism* (pp. 227–251). doi: https://doi.org/10.1007/978-981-13-2023-1_6
- Sharma, P. K., Singh, V., & Ali, M. (2016). Chemical composition and antimicrobial activity of fresh rhizome essential oil of zingiber officinale roscoe. *Pharmacognosy Journal*, 8(3), 185–190. doi: <https://doi.org/10.5530/pj.2016.3.3>
- Sumarni, W., Sudarmin, S., & Sumarti, S. S. (2019). The scientification of jamu: A study of Indonesian's traditional medicine. *Journal of Physics: Conference Series*, 1321(3), 032057. doi: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1321/3/032057>
- Sumarni, W., Sudarmin, S., Sumarti, S. S., & Kadarwati, S. (2022). Indigenous knowledge of Indonesian traditional medicines in science teaching and learning using a science–technology–engineering–mathematics (STEM) approach. *Cultural Studies of Science Education*, 17(2), 467–510. doi: <https://doi.org/10.1007/s11422-021-10067-3>
- Suriyaprom, S., Mosoni, P., Leroy, S., Kaewkod, T., Desvaux, M., & Tragoolpua, Y. (2022). Antioxidants of Fruit Extracts as Antimicrobial Agents against Pathogenic Bacteria. *Antioxidants*, 11(3), 602. doi: <https://doi.org/10.3390/antiox11030602>
- Vaou, N., Stavropoulou, E., Voidarou, C., Tsakris, Z., Rozos, G., Tsigalou, C., & Bezirtzoglou, E. (2022). Interactions between Medical Plant-Derived Bioactive Compounds: Focus on Antimicrobial Combination Effects. *Antibiotics*, 11(8), 1–23. doi: <https://doi.org/10.3390/antibiotics11081014>
- Verma, R., & Bisen, P. S. (2022). Ginger—a potential source of therapeutic and pharmaceutical compounds. *Journal of Food Bioactives*, 18, 67–76. doi: <https://doi.org/10.31665/jfb.2022.18309>
- Wang, Y., Liu, X. J., Chen, J. B., Cao, J. P., Li, X., & Sun, C. De. (2021). Citrus flavonoids and their antioxidant evaluation. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(14), 3833–3854. doi: <https://doi.org/10.1080/10408398.2020.1870035>
- Widyarti, S., Kamaruddin, M., Aristyani, S., Elvina, M., Subagjo, S., Rahayu, T., & Bambang Sumitro, S. (2020). Bioinorganic Chemistry and Computational Study of Herbal Medicine to Treatment of Tuberculosis. Di dalam *Medicinal Plants - Use in Prevention and Treatment of Diseases* (hal. 1–48). doi:

<https://doi.org/10.5772/intechopen.90155>

- Xu, Y., Liang, B., Kong, C., & Sun, Z. (2021). Traditional Medicinal Plants as a Source of Antituberculosis Drugs: A System Review. *BioMed Research International*, 2021, 1–36. doi: <https://doi.org/10.1155/2021/9910365>
- Yani, D. I., Juniarti, N., & Lukman, M. (2022). Factors Related to Complying with Anti-TB Medications Among Drug-Resistant Tuberculosis Patients in Indonesia. *Patient Preference and Adherence*, 16, 3319–3327. doi: <https://doi.org/10.2147/PPA.S388989>
- .