
PERBANDINGAN METODE EKSTRAKSI MASERASI DAN UAE TERHADAP POTENSI ANTIOKSIDAN DAN ANTIBAKTERI RIMPANG BANGLE (*Zingiber montanum* (J. Koenig))

Endang Dwi Wulansari¹⁾, Umaira Azra Khairunnisa²⁾, Tanzila Eka Putri²⁾, Wulandari³⁾*

¹ Program Studi Magister Farmasi, Stifar Yayasan Pharmasi Semarang

² Program Studi D3 Farmasi, Stifar Yayasan Pharmasi Semarang

³ Program Studi S1 Farmasi, Stifar Yayasan Pharmasi Semarang

*wulwul001@gmail.com

Abstrak

Rimpang bangle (*Zingiber montanum* (J. Koenig)) mengandung senyawa yang berpotensi sebagai antioksidan dan antibakteri. Pemilihan metode ekstraksi diperlukan untuk mendapatkan ekstrak sesuai dengan tujuan pembuatan. Penelitian ini merupakan penelitian awal yang bertujuan untuk mengetahui aktivitas antioksidan sebagai peredam radikal bebas 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH) dan antibakteri terhadap bakteri Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA) dari ekstrak yang diperoleh dengan metode ekstraksi maserasi dan Ultrasonic Assisted Extraction (UAE). Maserasi dilakukan dengan merendam serbuk *Z. Montanum* selama 3 hari menggunakan pelarut etanol (1:6). UAE dilakukan dengan jumlah serbuk dan pelarut yang sama, menggunakan alat sonikasi pada suhu 50°C selama 30 menit. Masing-masing ekstrak dipekatkan dan diuji aktivitas antioksidan dan antibakteri. Uji aktivitas antioksidan dilakukan dengan uji peredaman radikal bebas DPPH secara spektrofotometri. Uji aktivitas antibakteri terhadap MRSA menggunakan metode difusi sumuran. Hasil uji aktivitas antioksidan ekstrak *Z. montanum* menunjukkan nilai IC₅₀ ekstrak maserasi lebih baik dari ekstrak UAE yaitu 586,90 dan 945,14 µg/ml. Namun, ekstrak maserasi dan UAE menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap MRSA yang berbeda tidak signifikan dengan diameter zona hambat 0,3492±0,0648 dan 0,4716±0,0652 cm.

Kata kunci: *Zingiber montanum*, maserasi, UAE, DPPH, MRSA

PENDAHULUAN

Indonesia mempunyai biodiversitas yang besar dengan sekitar 40.000 spesies tanaman yang berpotensi sebagai tanaman industri, buah, rempah ataupun obat-obatan (Rosyid dkk., 2016). Rimpang bangle (*Zingiber montanum* (J. Koenig)), tanaman yang banyak ditemukan di negara-negara Asia Tenggara seperti di Indonesia, secara empiris telah dimanfaatkan sebagai obat. Perkembangannya, *Z. montanum* dilaporkan memiliki manfaat sebagai antiinflamasi (Wulansari dkk., 2023), antibakteri (Buldani dkk., 2017), antioksidan (Truong dkk., 2021), antijamur, pengobatan asma, dan dimanfaatkan dalam kosmetika (Li dkk., 2019). Kandungan senyawa dalam *Z. montanum* seperti minyak atsiri (Sukatta dkk., 2009), flavonoid (Herawati dkk., 2014), terpenoid, polifenol, dan vitamin (Noviyanto dkk., 2020) dilaporkan sebagai senyawa yang berkontribusi terhadap aktivitas rimpang.

Ekstraksi untuk mendapatkan kandungan senyawa dari bahan alam dapat dilakukan dengan bermacam metode, yang dikenal dengan metode konvensional dan modern, bergantung pada sifat tanaman dan senyawa aktif (Herawati dkk., 2014) yang terkandung pada tanaman tersebut (Wirajana dkk., 2019). Metode ekstraksi konvensional diketahui dapat dilakukan dengan cara maserasi, refluks, digesti, soxhlet dan perkolasi. Secara lebih modern, ekstraksi dapat dilakukan dengan cara Microwave Assisted Extraction (MAE) dan Ultrasonic Assisted Extraction (UAE). Maserasi, suatu metode cara dingin dengan pengadukan berulang pada suhu ruang, memiliki kelebihan cara yang lebih mudah dan tidak membutuhkan pemanasan. Dengan begitu maka kecil kemungkinan zat aktif terurai atau rusak, dapat dimungkinkan juga senyawa yang sesuai dapat tersari lebih banyak karena proses yang lama (Susanty dkk., 2016). Gelombang ultrasonik yang digunakan dalam metode ekstraksi modern, UAE, memungkinkan keuntungan yang diperoleh dalam proses ekstraksi seperti proses yang lebih cepat, pelarut lebih sedikit sehingga diharapkan hasil ekstrak lebih pekat dan zat aktif yang diperoleh lebih banyak (Andriani dkk., 2019).

Berkaitan dengan senyawa aktif yang dapat tersari dengan metode ekstraksi yang berbeda, maka beberapa kandungan senyawa aktif dalam rimpang *Z. Montanum* dapat saja tersari dalam jumlah besar dalam metode ekstraksi maserasi ataupun sebaliknya lebih besar tersari dengan metode

UAE. Sebagai pengujian aktivitas akan dilakukan uji aktivitas antioksidan, salah satu uji secara kimiawi, serta uji aktivitas antibakteri terhadap bakteri *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA), sebagai uji secara biologi.

Aktivitas antioksidan berupa kemampuan dalam meredam 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl (DPPH), suatu radikal bebas, menjadi salah satu uji dalam skrining bahan alam yang mempunyai potensi antioksidan. Radikal bebas, suatu senyawa dengan satu atau lebih elektron tidak berpasangan, menyebabkan sifat yang sangat labil dan reaktif sehingga diperlukan antioksidan eksternal untuk mengatasinya. Uji penghambatan terhadap pertumbuhan bakteri MRSA diperlukan seiring dengan semakin meningkatnya resistensi terhadap antibiotik. Bahan alam sebagai sumber perolehan obat-obat antibakterik perlu terus dilakukan sebagai upaya mendapatkan antibiotik alami baru. Ekstrak *Z. Montanum* telah dilaporkan dapat memberikan aktivitas antioksidan dan antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* dengan menggunakan pelarut etanol lebih baik daripada metanol (Thepthong dkk., 2023) Namun pemilihan metode ekstraksi yang berhubungan dengan aktivitas antioksidan dan antibakteri dari ekstrak etanol *Z. Montanum* belum dilakukan. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan sebagai penelitian awal untuk mendapatkan gambaran tentang perbedaan aktivitas antioksidan dan antibakteri terhadap MRSA dari ekstrak etanol *Z. montanum* hasil maserasi dan UAE.

METODE PENELITIAN

Tempat Dan Waktu Penelitian

Penelitian seluruhnya dilakukan di Stifar Yayasan Pharmasi Semarang yaitu laboratorium biologi farmasi serta kimia farmasi. Pelaksanaan penelitian pada bulan Januari sampai dengan Agustus 2024.

Alat Dan Bahan

Bahan berupa rimpang *Z. montanum* diperoleh dari daerah Magelang, Jawa Tengah. Rimpang dikeringkan dengan oven pada suhu 50°C, kemudian diserbukkan dan diayak. Bahan lain yaitu etanol (Bratachem) dan DPPH (Sigma-Aldrich). Alat uji yang digunakan adalah spektrofotometer UV-Vis (Shimatdzu UV-1280).

Ekstraksi

Ekstraksi serbuk rimpang *Z. montanum* dilakukan dengan dua cara yaitu maserasi dan UAE menggunakan pelarut etanol dengan perbandingan 1:6. Maserasi dilakukan dengan merendam serbuk sebanyak 100 g dengan 600 ml etanol selama 3 hari. UAE dilakukan dengan jumlah bahan dan pelarut yang sama pada suhu 50°C, frekuensi 40kHz, selama 30 menit (Utama dkk., 2025). Masing-masing ekstrak dipekatkan dengan *rotary evaporator* untuk mendapatkan ekstrak kental dan dihitung rendemen ekstrak. Replikasi ekstraksi dilakukan sebanyak 3 kali.

Uji Kandungan Senyawa Secara KLT

Uji KLT ekstrak hasil maserasi ataupun UAE menggunakan fase diam berupa lempeng silika gel GF 254 nm. Fase gerak toluene: etil asetat (93:7), n-heksana: etil asetat (1:1) dan penampak bercak anisaldehyd H₂SO₄ digunakan untuk uji kandungan minyak atsiri, dan terpenoid/ steroid. Kandungan alkaloid diuji dengan menggunakan fase gerak metanol: NH₄OH (20:3), dan penampak bercak dragendorff. Kandungan flavonoid dalam ekstrak diuji dengan menggunakan fase gerak n-butanol: asam asetat: air (4:1:5), noda divisualisasi dengan penampak bercak uap ammonia. Noda yang dapat divisualisasi dengan penampak bercak kemudian dihitung nilai R_f noda dengan cara mengukur jarak noda dari titik awal penotolan sampai batas elusi dibagi dengan jarak elusi.

Uji Aktivitas Antioksidan Dengan Peredaman DPPH

Uji antioksidan dilakukan dengan metode peredaman DPPH (Primadiastri dkk., 2021) dengan sedikit penyesuaian. Larutan ekstrak dengan konsentrasi 250 – 1000 ppm dalam pelarut etanol digunakan untuk uji aktivitas antioksidan dengan DPPH. Sebanyak 1,0 ml larutan ekstrak ditambah 4,0 ml larutan DPPH 0,4 mM kemudian didiamkan selama 30 menit. Absorbansi masing-masing larutan diamati pada panjang gelombang 516 nm dengan spektrofotometer UV-Vis. Persen

antioksidan dihitung (Warsito dkk., 2022), kemudian nilai IC₅₀ dapat dihitung dari persamaan regresi antara konsentrasi dengan persen antioksidan. Uji dilakukan dengan 3 replikasi. Kontrol negatif dan positif adalah etanol dan vitamin C.

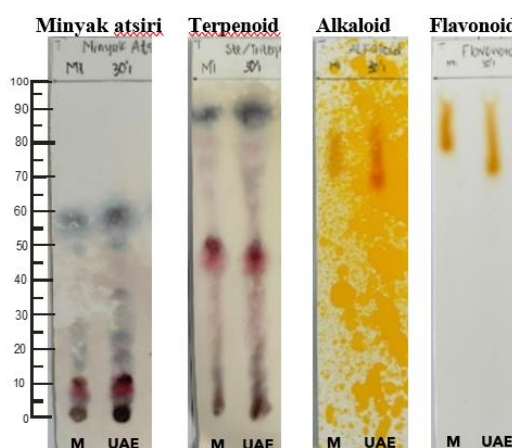
Uji Aktivitas Antibakteri *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA)

Pengujian dengan cara difusi sumuran (Aji dkk., 2022), sebagai modifikasi digunakan media agar Mannitol Salt Agar (MSA) yang sesuai untuk MRSA. Berdasarkan hasil pra-penelitian yang dilakukan, maka konsentrasi ekstrak yang digunakan dalam pengujian adalah 25%. Kontrol negatif dan positif yaitu *dimethyl sulfoxide* (DMSO) 10% dan Ciprofloksasin 0,01%. Masing-masing ekstrak, kontrol negatif, dan kontrol positif dimasukkan ke dalam sumuran media sebanyak 20 µL, kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Diameter zona hambat yang terbentuk diukur dengan menggunakan jangka sorong. Uji aktivitas antibakteri dilakukan 5 kali replikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstrak hasil maserasi diperoleh dengan rata-rata rendemen 17,30 %, lebih banyak dari ekstrak UAE (11,20 %). Proses ekstraksi maserasi dalam keadaan didiamkan dan lama mengakibatkan semakin lama kontak dengan pelarut sehingga senyawa yang terekstrak dapat lebih banyak (Susanty dkk, 2016). Metode UAE masih dapat menyari kandungan senyawa dalam bahan karena getaran ultrasonik mampu meningkatkan penetrasi cairan pelarut ke dalam dinding sel dengan waktu yang relatif singkat dan volume pelarut sedikit. Karenanya, hasil ekstraksi menjadi meningkat dan laju perpindahan massa menjadi lebih cepat (Kristina dkk., 2022).

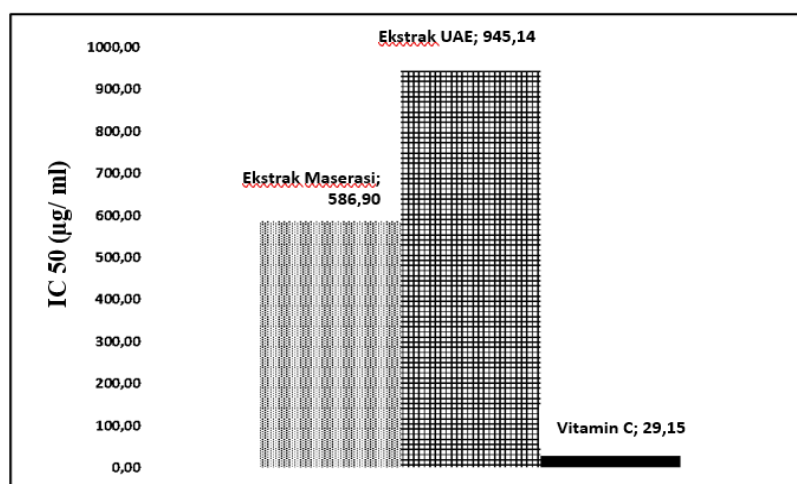
Hasil uji kandungan senyawa dalam ekstrak hasil maserasi dan UAE secara KLT menunjukkan bahwa kedua macam ekstrak mengandung minyak atsiri, terpenoid/steroid, alkaloid, dan flavonoid (**Gambar 1.**). Kromatogram ekstrak hasil maserasi dan UAE menunjukkan kesamaan noda yang terbentuk, hal ini memberikan gambaran bahwa ekstraksi maserasi ataupun UAE masih dapat menyari kandungan senyawa yang sama dari rimpang *Z. Montanum*. Mengacu pada kromatogram ekstrak, terdapat beberapa komponen minyak atsiri dengan R_f 0,58; 0,52; 0,28; 0,1 dan juga kandungan terpenoid (R_f 0,82; 0,43). Kandungan alkaloid ekstrak maserasi dengan R_f noda 0,68, serupa dengan noda ekstrak UAE (0,78). Begitu pula dengan kromatogram yang dihasilkan dari ekstrak maserasi dan UAE mempunyai kemiripan R_f yaitu 0,82 dan 0,87. Metode ekstraksi yang dilakukan baik maserasi ataupun UAE dapat menyari komponen minyak atsiri dan atau terpenoid, dan juga flavonoid seperti yang dilaporkan pada penelitian (Devkota dkk., 2021).



Gambar 1. Hasil Uji KLT Ekstrak *Z. montanum*

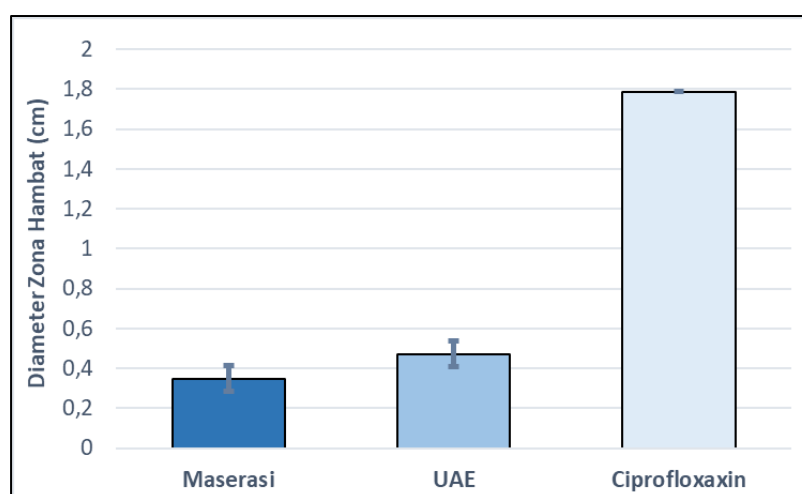
Uji aktivitas antioksidan dengan peredaman radikal bebas DPPH memiliki tingkat sensitivitas yang tinggi dan pengerjaan yang relatif sederhana, sehingga dapat memudahkan untuk melakukan analisis sampel dalam jumlah banyak dalam waktu yang singkat (Nurhasnawati dkk., 2017). Larutan DPPH yang merupakan radikal bebas jika dicampurkan dengan zat yang bisa menyumbang atom hidrogen, maka warna violet DPPH akan memudar atau berubah warna menjadi kuning (Febrianti & Ariani, 2020). Warna ungu DPPH diubah menjadi DPPH warna kuning, hal ini

yang menyebabkan nilai absorbansi yang dihasilkan akan menurun. Semakin pudar warna dari DPPH yang direaksikan dengan antioksidan, maka menunjukkan makin besar pula aktivitas antioksidan. Hasil uji aktivitas antioksidan ekstrak *Z. montanum* dengan parameter IC₅₀ menunjukkan aktivitas ekstrak maserasi (586,90 µg/ml) lebih baik dari ekstrak UAE (945,14 µg/ml) (**Gambar 2.**), sebagai pembanding kontrol positif vitamin C dengan nilai IC₅₀ termasuk kuat yaitu 29,15 µg/ml. Ekstraksi UAE menggunakan suhu 50°C selama 30 menit dimungkinkan menyebabkan kandungan senyawa antioksidan dalam rimpang *Z. Montanum* tidak stabil karena peningkatan suhu, sehingga ekstrak hasil maserasi yang tanpa pemanasan menghasilkan aktivitas antioksidan yang lebih baik. Beberapa senyawa seperti cassumunarin A, B, dan C dalam rimpang *Z. montanum* dapat tersari dengan baik dengan maserasi dan dilaporkan berpotensi kuat sebagai antioksidan (Jitoe dkk. 1994). Kandungan lain dalam rimpang *Z. montanum* seperti fenilbutanoid serta cassumunaquinone juga dilaporkan mempunyai aktivitas antiinflamasi yang berhubungan dengan kemampuan dalam mengurangi stress oksidatif, yang berarti memiliki potensi sebagai antioksidan (Nakamura dkk., 2009).



Gambar 2. Aktivitas Antioksidan (nilai IC₅₀) Ekstrak *Z. Montanum*

Berbeda dengan uji aktivitas antibakteri dari ekstrak *Z. montanum*, hasil menunjukkan ekstrak maserasi memberikan rerata diameter zona hambat terhadap bakteri MRSA sebesar $0,3492 \pm 0,0648$ cm dan UAE sebesar $0,4716 \pm 0,0652$ cm. Walaupun diameter zona hambat yang dihasilkan ekstrak UAE terlihat lebih besar dari ekstrak maserasi namun keduanya mempunyai aktivitas antibakteri yang berbeda tidak signifikan ($\text{sig } 0,078 > 0,05$). Kontrol positif ciprofloksasin menunjukkan zona hambat yang besar terhadap pertumbuhan MRSA sebesar 1,786 cm (**Gambar 3.**).



Gambar 3. Aktivitas Antibakteri Ekstrak *Z. montanum* Terhadap MRSA

Kandungan minyak atsiri ataupun senyawa terpenoid dalam ekstrak *Z. montanum* berpotensi sebagai antibakteri. Senyawa terpenoid dalam *Z. montanum* seperti zerumbol dan zerumbone dilaporkan dapat memberikan penghambatan terhadap pertumbuhan bakteri *Multi-Drug Resistent* (MDR) dan MRSA (Siddique dkk., 2019). Minyak atsiri mempunyai sifat lipofilik, karena komponen penyusun seperti terpenoid ataupun fenilpropanoid, mampu melewati dinding bakteri yang menyebabkan dinding sel rusak dan bakteri mati. Kemampuan alkaloid sebagai antibakteri secara umum disebabkan kemampuan alkaloid dalam menghambat enzim topoisomerase sel bakteri dan bertindak sebagai interkalator DNA, mengganggu komponen penyusun peptidoglikan pada sel bakteri hingga sel mati, serta menghambat pembentukan sintesis protein. Hal inilah yang menyebabkan metabolisme bakteri terganggu, dan bakteri dapat terhambat pertumbuhannya ataupun mati (Putri dkk., 2022). Flavonoid secara umum mempunyai potensi antibakteri dengan menghambat fungsi membran sel bakteri dengan membentuk senyawa kompleks dengan protein ekstraseluler yang mampu merusak membran sel bakteri sebelum senyawa intraseluler keluar (A Citradewi dkk., 2019). Selain kemampuan antioksidan, senyawa fenilbutanoid dalam *Z. montanum* juga memiliki aktivitas sebagai antibakteri terhadap bakteri *Staphylococcus aureus* (Taechowisan dkk., 2018).

KESIMPULAN

Penelitian ini dapat memberikan gambaran bahwa ekstrak *Z. montanum* hasil maserasi dan UAE mempunyai aktivitas antioksidan dan antibakteri terhadap *Methicillin Resistant Staphylococcus aureus* (MRSA). Terdapat perbedaan aktivitas antioksidan dari ekstrak *Z. montanum* hasil maserasi dan UAE, namun berbeda tidak signifikan antara kedua ekstrak dalam aktivitas antibakteri. Hasil ini dapat menjadi dasar dalam penelitian lanjut tentang rimpang *Z. montanum* dengan penyesuaian terhadap senyawa target dan aktivitas biologis tertentu. Penelitian lanjut diperlukan untuk pengembangan ekstrak *Z. montanum* dalam bentuk sediaan antioksidan ataupun antibakteri.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, N., Kumala, S., Mumpuni, E., & Rahmat, D., 2022, Antibacterial Activity and Active Fraction of *Zingiber officinale* Roscoe, *Zingiber montanum* (J.Koenig) Link ex A., and *Zingiber zerumbet* (L.) Roscoe ex Sm. Against *Propionibacterium acnes*, *Pharmacognosy Journal*, 14(1): 103–111. <https://doi.org/10.5530/pj.2022.14.15>
- Andriani, M., Permana, G. D. M., & Widarta, I. W. R., 2019, The Effect of Time and Temperature Extraction on Antioxidant Activity of Starfruit Wuluh Leaf (*Averrhoa bilimbi* L.) using Ultrasonic Assisted Extraction (UAE) Method. *Ilmu Dan Teknologi Pangan*, 8(3): 330–340.
- Buldani, A., Yulianti, R., Soedomo, P., Studi Kedokteran, P., Kedokteran UPN, F., & Patologi Anatomo UPN, D. F., 2017, Uji Efektivitas Ekstrak Rimpang Bangle (*Zingiber cassumunar* Roxb.) Sebagai Antibakteri Terhadap *Vibrio Cholerae* Dan *Staphylococcus aureus* Secara In Vitro Dengan Metode Difusi Cakram. *Prosiding 2nd Seminar Nasional IPTEK Terapan (SENIT)* 2017, 2(1):229–238. <https://ejournal.poltekharber.ac.id/index.php/SENIT2017/article/view/569>
- Citradewi, A., I M, S., & A, J. N. K., 2019, Daya Hambat Ekstrak Rimpang Bangle (*Zingiber purpureum* Roxb.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*. *JURNAL WIDYA BIOLOGI*, 01(01): 45–53. <https://doi.org/10.32795/widyabiologi.v10i01.236>
- Devkota, H. P., Paudel, K. R., Hassan, M. M., Dirar, A. I., Das, N., Adhikari-Devkota, A., Echeverría, J., Logesh, R., Jha, N. K., Singh, S. K., Hansbro, P. M., Chan, Y., Chellappan, D. K., & Dua, K., 2021, Bioactive compounds from *Zingiber montanum* and their pharmacological activities with focus on zerumbone. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(21): 1–24. <https://doi.org/10.3390/app112110205>

- Febrianti, D. R., & Ariani, N., 2020, Uji Potensi Minyak Atsiri Daun Jeruk Purut (*Citrus Hystrix* D.C) Sebagai Antioksidan Dan Antibakteri. *Jurnal Insan Farmasi Indonesia*, 3(1), 66–74. <https://doi.org/10.36387/JIFI.V3I1.458>
- Herawati, I. E., Saptarini, N. M., & Urip, N. R., 2014, Analisis Kadar Flavonoid Total Pada Rimpang, Batang, dan Daun Bangle (*Zingiber purpureum* Roscoe). *Jurnal Ilmu Farmasi Dan Farmasi Klinik - Prosiding Seminar Nasional “Perkembangan Terbaru Pemanfaatan Herbal Sebagai Agen Preventif Terapi Kanker”*, 158–162. <https://doi.org/10.31942/JIFFK.V0I0.1218>
- Jitoe, A., Masuda, T., & Mabry, T. J., 1994, Novel Antioxidants, Cassumunarin A, B, and C, from *Zingiber cassumunar*. *Tetrahedron Letters*, 35(7), 981–984. [https://doi.org/10.1016/S0040-4039\(00\)79944-8](https://doi.org/10.1016/S0040-4039(00)79944-8)
- Kristina, C. V. M., Ari Yusasrini, N. L., & Yusa, N. M., 2022, Pengaruh Waktu Ekstraksi Dengan Menggunakan Metode Ultrasonic Assisted Extraction (UAE) Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Duwet (*Syzygium cumini*). *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan (ITEPA)*, 11(1): 13-21. <https://doi.org/10.24843/itepa.2022.v11.i01.p02>
- Li, M. X., Bai, X., Ma, Y. P., Zhang, H. X., Nama, N., Pei, S. J., & Du, Z. Z., 2019, Cosmetic potentials of extracts and compounds from *Zingiber cassumunar* Roxb. rhizome. *Industrial Crops and Products*, 141. <https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2019.111764>
- Nakamura, S., Iwami, J., Matsuda, H., Wakayama, H., Pongpiriyadacha, Y., & Yoshikawa, M., 2009, Structures of new phenylbutanoids and nitric oxide production inhibitors from the rhizomes of *Zingiber cassumunar*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 57(11): 1267–1272. <https://doi.org/10.1248/cpb.57.1267>
- Noviyanto, F., Hodijah, S., & Yusransyah, Y., 2020, Aktivitas Ekstrak Daun Bangle (*Zingiber purpureum* roxb.) Terhadap Pertumbuhan Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*. *Journal Syifa Sciences and Clinical Research*, 2(1): 31–38. <https://doi.org/10.37311/JSSCR.V2I1.2665>
- Nurhasnawati, H., Sukarmi, S., & Handayani, F., 2017, Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi Dan Sokletasi Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Jambu Bol (*Syzygium malaccense* L.). *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 3(1): 91–95. <https://doi.org/10.51352/jim.v3i1.96>
- Primadiastri, I. Z., Wulansari, D., Suharsanti, R., Tinggi, S., Farmasi, I., & Semarang, Y. P., 2021, Perbandingan Kandungan Fenolik Total, Flavonoidtotal Dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol daun Jambu Bol (*Syzygium Malaccense* L.) Dan Daun Jambu Air Kancing (*Syzygium aqueum*). *Media Farmasi Indonesia*, 16(2):1170–1676. <https://doi.org/10.53359/MFI.V16I2.180>
- Putri, S. P., Fitrianiingsih, S. P., & Hazar, S., 2022, Uji Aktivitas Antibakteri Ekstrak Metanol Rimpang Bangle Hitam (*Zingiber ottensii* (Val.)) terhadap Bakteri *Staphylococcus aureus*. *Bandung Conference Series: Pharmacy*, 2(2): 24–34. <https://doi.org/10.29313/bcsp.v2i2.3120>
- Rosyid, A. L., Fachriyah, E., & Kusriani, D., 2016, Isolasi, Identifikasi dan Uji Aktivitas Senyawa Triterpenoid Rimpang Bangle (*Zingiber cassumunar* Roxb.) sebagai Antibakteri. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 19(1): 1–6. <https://doi.org/10.14710/JKSA.19.1.1-6>
- Siddique, H., Pendry, B., & Mukhlesur Rahman, M., 2019, Terpenes from *Zingiber montanum* and Their Screening against Multi-Drug Resistant and Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus*. *Molecules*, 24(3), 385. <https://doi.org/10.3390/MOLECULES24030385>
- Sukatta, U., Rugthaworn, P., Punjee, P., Chidchenchey, S., & Keeratinijakal, V., 2009, Chemical Composition and Physical Properties of Oil from Plai (*Zingiber cassumunar* Roxb.) Obtained

-
- by Hydro Distillation and Hexane Extraction. *Agriculture and Natural Resources*, 43(5): 212–217. <https://li01.tci-thaijo.org/index.php/anres/article/view/244818>
- Susanty, Bachmid, F., 2016, Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi Dan Refluks Terhadap Kadar Fenolik Dari Ekstrak Tongkol Jagung (*Zea mays* L.). *Jurnal Konversi*, 5(2):87–93. <https://doi.org/10.24853/konversi.5.2.87-92>
- Taechowisan, T., Suttichokthanakorn, S., & Phutdhawong, W. S., 2018, Antibacterial and cytotoxicity activities of phenylbutanoids from *Zingiber cassumunar* Roxb. *Journal of Applied Pharmaceutical Science*, 8(7): 121–127. <https://doi.org/10.7324/JAPS.2018.8719>
- Thepthong, P., Rattakarn, K., Ritchaiyaphum, N., Intachai, S., & Chanasit, W., 2023, Effect of Extraction Solvents on Antioxidant and Antibacterial Activity of *Zingiber montanum* Rhizomes. *ASEAN Journal of Scientific and Technological Reports*, 26(3): 1–9. <https://doi.org/10.55164/AJSTR.V26I3.249309>
- Truong, V.-L., Manochai, B., Pham, T.-T., & Jeong, W.-S., 2021, Antioxidant and Anti-Inflammatory Activities of *Zingiber montanum* Oil in HepG2 Cells and Lipopolysaccharide-Stimulated RAW 264.7 Macrophages. *Journal of Medicinal Food*, 24(6): 595–605. <https://doi.org/10.1089/jmf.2021.K.0019>
- Utama, N., Martati, E., & Harijono, H., 2025, Ultrasonic assisted extraction modelling and phytochemicals profiling of bangle rhizome (*Zingiber cassumunar* Roxb.). *Advances in Food Science, Sustainable Agriculture and Agroindustrial Engineering (AFSSAAE)*, 8(1): 474–491. <https://doi.org/10.21776/UB.AFSSAAE.2025.008.01.9>
- Warsito, M. F., Untari, F., Prasetyoputri, A., Rachman, F., Septiana, E., Bayu, A., Atikana, A., Sukmarini, L., & Putra, M. Y., 2022, Antibacterial and Antioxidant Activities of Ginger Essential Oils. *Microbiology Indonesia*, 15(4): 1-8. <https://doi.org/10.5454/mi.15.4.1>
- Wirajana, I. N., Juliasari, N. M. T., Laksmiwati, A. A. I. A. M., & Bogorani, N. W., 2019, Suhu Dan Waktu Optimum Proses Ekstraksi Antosianin Dalam Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea Batatas* L.) Dengan -L-Arabinofuranosidase. *Jurnal Kimia (Journal of Chemistry)*, 1(13): 88–94. <https://doi.org/10.24843/JCHEM.2019.V13.I01.P14>
- Wulansari, E. D., Wahyuono, S., Marchaban, & Widyarini, S., 2023, The protective activity against inflammation of *Zingiber montanum* rhizome isolate topically on BALB/c strain mice exposed to UV-B. *AIP Conference Proceedings*, 2706(1). <https://doi.org/10.1063/5.0120303/2889338>