

Studi Literatur Perbandingan Metode Ekstraksi Terhadap Potensi Farmakologi Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) dan Daun Pecut Kuda (*Stachytarpheta jamaicensis*)

Andi Arifah Nurmal¹, Asni Amin², Rezki Amriati Syarif³, Faradiba^{4*}

^{1,2,4}Magister Farmasi, Universitas Muslim Indonesia Makassar

³Faculty of Pharmacy, Universitas Muslim Indonesia Makassar

Email: faradiba.faradiba@umi.ac.id^{4*}

Abstrak

Ekstraksi adalah proses pemisahan senyawa aktif dari jaringan tanaman menggunakan pelarut tertentu, dengan tujuan memperoleh zat yang memiliki efek farmakologis atau biologis. Metode ekstraksi dapat mempengaruhi aktivitas farmakologi suatu tanaman seperti daun sirsak (DS) dan daun pecut kuda (DPK). DS dan DPK menunjukkan aktivitas farmakologi seperti antioksidan, antiinflamasi, dan antimikroba. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh metode ekstraksi terhadap aktivitas farmakologi ekstrak DS dan DPK. Penelitian ini menggunakan metode studi literatur ilmiah dengan pustaka yang berasal dari jurnal nasional maupun internasional yang diterbitkan selama sepuluh tahun terakhir yang diperoleh melalui Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, NCBI. Kata kunci yang digunakan antara lain "metode ekstraksi", "pelarut ekstraksi", "daun sirsak", "daun pecut kuda" dan "aktivitas farmakologi". Hasil studi literatur yang telah dilakukan diperoleh data bahwa untuk memperoleh aktivitas farmakologi terbaik dari DS dan DPK, metode maserasi dengan pelarut polar seperti etanol 70–96% atau metanol adalah yang paling direkomendasikan. Kombinasi metode dan pelarut ini terbukti menghasilkan ekstrak dengan aktivitas antioksidan yang sangat kuat, efek antibakteri yang signifikan, dan aktivitas antiinflamasi. Oleh karena itu dapat disimpulkan metode ekstraksi dan pelarut mempengaruhi aktivitas farmakologi dari DS dan DPK.

Keywords: Aktivitas farmakologi, Daun sirsak, Daun pecut kuda, Metode ekstraksi, Pelarut ekstraksi

PENDAHULUAN

Tanaman herbal telah lama dimanfaatkan sebagai sumber pengobatan alami karena mengandung berbagai senyawa bioaktif seperti flavonoid, alkaloid, saponin, dan tanin yang memiliki efek farmakologis. Namun, keberhasilan dalam memanfaatkan potensi terapeutik tanaman herbal sangat bergantung pada proses ekstraksi, yaitu tahap awal untuk memisahkan senyawa aktif dari bahan tanaman. Efektivitas ekstraksi sangat ditentukan oleh metode dan jenis pelarut yang digunakan. Pelarut yang digunakan harus dapat mengekstrak substansi yang

diinginkan tanpa melarutkan material lainnya. Pelarut organik yang sangat sering digunakan dalam mengekstraksi zat aktif dari sel tanaman adalah metanol, etanol, kloroform, hexan, aseton, benzen dan etil asetat (Depkes, 2000).

Ada 2 jenis metode ekstraksi yaitu ekstraksi konvensional dan ekstraksi modern (Mukhriani, 2014). Contoh metode ekstraksi konvensional meliputi maserasi, sokletasi, perkolasi, infusa, dekokta, digesti, dan refluks. Sementara itu, contoh metode ekstraksi modern antara lain Microwave-Assisted Extraction (MAE), Ultrasound Microwave-Assisted Extraction (UMAE),

Hydrothermal Assisted Extraction (HAE), High Pressure Assisted Extraction (HPAE), dan Ultrasound-Assisted Extraction (UAE) (Chemat et al., 2017).

Metode ekstraksi memegang peranan penting dalam menentukan kualitas dan efektivitas senyawa aktif yang dihasilkan dari tanaman obat. Metode ekstraksi yang tidak sesuai dapat menyebabkan degradasi senyawa, penurunan aktivitas farmakologis, atau kontaminasi oleh senyawa yang tidak diinginkan (Azmir et al., 2013). Penelitian yang dilakukan oleh (Amin, Waris, Aminah, Yuliana, et al., 2024) membuktikan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara jenis pelarut ekstraksi dan aktivitas antioksidan ekstrak daun pecut kuda, baik dalam perbandingan dengan kuersetin maupun antara ekstrak yang dihasilkan dengan pelarut etanol dan heksan yang sama-sama menunjukkan perbedaan yang bermakna dalam efektivitas antioksidan. Maka dapat dikatakan bahwa metode ekstraksi akan mempengaruhi penarikan senyawa aktif sehingga akan mempengaruhi aktivitas farmakologinya.

Daun sirsak (*Annona muricata* L.) merupakan salah satu tanaman buah asli tropis yang secara tradisional digunakan untuk mengobati berbagai jenis penyakit. Ekstrak daun sirsak memiliki beberapa senyawa aktif flavonoid, saponin, alkaloid, tannin, dan steroid. Beberapa senyawa aktif tersebut memiliki kemampuan sebagai antibakteri, antioksidan, antiinflamasi, dan menghambat pertumbuhan bakteri atau bahkan mati, serta mampu mencegah

terjadinya kanker (Purnamasari, 2021). Tanaman ini tumbuh subur di Indonesia, khususnya di daerah tropis, namun masih banyak orang yang belum menyadari potensi manfaat dan kandungan yang dimilikinya. Selain itu, senyawa asetogenin yang terdapat dalam daun sirsak diketahui efektif dalam membunuh sel kanker secara alami, tanpa menimbulkan efek samping seperti mual, penurunan berat badan, dan kerontokan rambut yang sering terjadi pada kemoterapi (Nafi'ah, 2020). Metode dan pelarut ekstraksi pada daun sirsak yang telah dilakukan yaitu metode maserasi dengan pelarut methanol, etanol 96%, etanol 70%, etanol 50%, (n-heksan dan kloroform), (dietil eter, etanol 96%, air) dengan aktivitas farmakologi antioksidan, antiinflamasi, dan antibakteri. Selanjutnya ada metode UAE dengan pelarut etanol 96% dan methanol dengan aktivitas farmakologi sebagai antioksidan serta metode soxletasi menggunakan pelarut n-heksan dan methanol dengan aktivitas farmakologi sebagai antibakteri.

Tanaman Pecut Kuda (*Stachytarpheta jamaicensis* L.) adalah salah satu tanaman yang memiliki potensi besar untuk dikembangkan, karena telah digunakan oleh masyarakat di berbagai belahan dunia untuk berbagai keperluan pengobatan (Thangiah, 2019). Pecut kuda mengandung beberapa senyawa kimia, antara lain alkaloid, flavonoid, tanin, steroid, saponin, fenolik, triptenoid, dan glikosid (Suhirman, 2016). Senyawa-senyawa aktif yang terkandung dalam tanaman pecut kuda (*Stachytarpheta*

jamaicensis L.) memiliki berbagai manfaat kesehatan, di antaranya sebagai antibakteri, antifungi, antidislipidemia, antioksidan, antiinflamasi, antidiare, antihipersensitif, dan hepatoprotektif (Liew & Yong, 2016). Beberapa metode dan pelarut ekstraksi pada daun pecut kuda yang telah dilakukan yaitu metode maserasi dengan pelarut methanol, etanol-air 70%, (n-heksan, etil asetat dan etanol 96%), etanol 70%, dan (n-heksan, etil asetat dan etanol 96) dengan aktivitas farmakologi antioksidan, antibakteri dan antiinflamasi. Selanjutnya ada metode UAE menggunakan pelarut etanol 96% dengan aktivitas antioksidan.

Kedua tanaman ini telah dimanfaatkan sebagai obat tradisional di Indonesia maka perlu dilakukan kajian tentang metode ekstraksi yang optimal dengan menghasilkan aktivitas farmakologi yang paten sehingga dapat dikembangkan menjadi obat modern asli Indonesia. Hal ini juga mendukung standarisasi produk agar hasil ekstrak konsisten sehingga hasil yang diperoleh dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah dalam pengembangan obat herbal. Kajian literatur ini merupakan upaya pengembangan farmakologi dari DS dan DPK. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh metode ekstraksi

terhadap aktivitas farmakologi ekstrak DS dan DPK.

METODE

Penelitian ini menggunakan metode literature review dengan pendekatan sistematis. Proses pencarian literatur dilakukan melalui database elektronik seperti Google Scholar, PubMed, ScienceDirect, NCBI. Kata kunci yang digunakan antara lain "metode ekstraksi", "pelarut ekstraksi", "daun sirsak", "daun pecut kuda" dan "aktivitas farmakologi". Kriteria inklusi mencakup artikel ilmiah yang diterbitkan dalam bahasa Indonesia dan Inggris selama 10 tahun terakhir (2014-2024), jurnal yang membahas tentang metode ekstraksi tanaman DS dan DPK serta aktivitas farmakologi. Kriteria eksklusi artikel yang hanya berupa abstrak, opini, atau tanpa data ilmiah diabaikan. Proses seleksi meliputi screening judul dan abstrak, diikuti pembacaan full-text untuk memastikan kelayakan. Data yang diperoleh dianalisis secara naratif dan deskriptif untuk memberikan gambaran komprehensif mengenai variasi metode dan pelarut ekstraksi. Jumlah artikel yang direview adalah sebanyak 26 jurnal. Dengan tahun publikasi antara 2014 – 2024.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Studi Literatur Aktivitas Farmakologi Daun Sirsak

Tabel 1. Metode Ekstraksi dan Aktivitas Farmakologi DS

| Aktivitas farmakologi | Metode ekstraksi | Pelarut | Metode | Hasil | Referensi |
|-----------------------|------------------|---------|-------------|--|------------------------|
| Antioksidan | Maserasi | Metanol | Metode DPPH | Hasil menunjukkan nilai IC50 sebesar 292,727 mg/L, sedangkan vitamin C memiliki nilai IC50 | (Kurang & Adang, 2018) |

| | | | | | |
|-------------|-----------------|--|---|---|--------------------------|
| | | | | sebesar 117,140 mg/L. | |
| | Ultrasonik | Metanol | Metode DPPH | Hasil menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan 18,6%, dan IC50 20,5 mg/g. | (Sihombing et al., 2018) |
| | Ultrasonik bath | Etanol 96% | Metode DPPH | Hasil penelitian yaitu aktivitas antioksidan 78.14% dan nilai IC50 15.58 ppm. | (Handayani et al., 2015) |
| | Maserasi | Etanol 96% | Metode DPPH | Hasil penelitian menunjukkan bahwa daun sirsak dari Makassar, Mamuju Utara, dan Jeneponto memiliki nilai IC50 berturut-turut sebesar 1,380 µg/mL, 1,512 µg/mL, dan 1,420 µg/mL. Berdasarkan hasil tersebut, daun sirsak asal Makassar memiliki aktivitas antioksidan tertinggi.. | (Aminah et al., 2016) |
| | Maserasi | Etanol 96% | Metode DPPH | Hasil penelitian daun sirsak (<i>Annona muricata</i> L.) dari daerah Gowa, Takalar, dan Pinrang memiliki kadar nilai IC50 masing-masing sebesar 70,509 g/mL, 102,159 g/mL, dan 99,246 g/mL. | (Faradiba et al., 2024) |
| | Maserasi | Dietil eter, etanol 96%, air | Metode DPPH | Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai IC50 sebesar 20,75±0,28 µg/ml, 12,84±0,21 µg/ml untuk aktivitas penangkal DPPH dan ABTS. | (Nguyen et al., 2020) |
| | Maserasi | Etanol 96% | Metode DPPH | Hasil penelitian dengan nilai IC50 19,24 ppm yang termasuk kategori sangat kuat | (Jannah et al., 2018) |
| | Maserasi | Etanol 96% | Mmetode DPPH | Hasil penelitian menunjukkan nilai IC50 sebesar 79,320 ppm dan nilai IC50 vitamin C sebagai kontrol positif sebesar 1,202 ppm. | (Sutriningsih, 2017) |
| | Maserasi | Etanol 96%, etanol 70%, dan etanol 50% | Metode DPPH | Hasil uji aktivitas antioksidan menunjukkan nilai IC50 ekstrak etanol 96% daun sirsak sebesar 29,810 ppm (sangat aktif), ekstrak etanol 70% daun sirsak sebesar 18,030 ppm (sangat aktif), ekstrak etanol 50% daun sirsak sebesar 73,819 ppm (aktif), dan vitamin C sebesar 5,999 ppm (sangat aktif) dan nilai AAI ekstrak etanol 96% daun sirsak sebesar 1,328 (kuat), ekstrak etanol 70% daun sirsak sebesar 2,196 (sangat kuat), ekstrak etanol 50% daun sirsak sebesar 0,536 (sedang), dan vitamin C sebesar 6,601 (sangat kuat). | (Fathurrachman, 2014) |
| Antibakteri | Maserasi | Etanol 70% | Metode dilusi cair menggunakan 5 seri kadar uji | Hasil penelitian dapat menghambat pertumbuhan bakteri <i>Streptococcus mutans</i> ATCC 35668 dengan KHM 125 mg/ml. | |
| | Maserasi | Etanol 96% | Metode difusi cakram | Hasil penelitian daya hambat aktivitas antibakteri pada ekstrak daun dan buah sirsak terhadap bakteri <i>Streptococcus mutans</i> pada konsentrasi 100% dikategorikan kuat. | |

| | | | | | |
|---------------|---------------------|--|--|--|---|
| | Sokhletasi | n-heksan dan metanol | Metode difusi cakram | Hasil penelitian membuktikan bahwa ekstrak daun sirsak mempunyai aktivitas antimikroba terhadap <i>Bacillus subtilis</i> dan <i>Escherichia coli</i> | |
| | Maserasi | n-heksan dan kloroform | Metode difusi cakram | Hasil menunjukkan bahwa ekstrak daun sirsak memiliki aktivitas antibakteri untuk menghambat pertumbuhan <i>P. aeruginosa</i> dengan KHM sebesar 125 ppm. | |
| | Maserasi | Etanol 96% | Metode difusi lempeng agar | Hasil menunjukkan bahwa daun sirsak memiliki daya hambat terhadap pertumbuhan <i>Staphylococcus aureus</i> dengan rerata diameter zona hambat sebesar 12,3 mm. | |
| Antiinflamasi | Maserasi bertingkat | n-heksan; etil asetat; etanol; air dan dekok dengan air dengan perbandingan 1:10 | Pengujian aktivitas penghambatan siklooksigenase dilakukan secara <i>in vitro</i> dengan metode penghambatan aktivitas enzim COX2 terhadap pembentukan asam arakidonat | Hasil penelitian menunjukkan <i>Annona muricata</i> mempunyai aktivitas penghambatan COX2 pada 115,93 ppm untuk ekstrak etanol dan 312,82 ppm | (Soekaryo E., P., Simanjuntak S., 2016) |
| | Maserasi | Etanol | Uji aktivitas antiinflamasi <i>in vivo</i> | Hasil penelitian pemberian ekstrak daun sirsak pada dosis 50 mg/kgbb sebagai komplemen natrium diklofenak pada dosis 2,25 mg/kgbb menunjukkan adanya efek antiinflamasi yang bermakna namun lebih kecil dibanding pemberian pada dosis tunggal natrium diklofenak 4,5 mg/kgbb. Pemberian ekstrak daun sirsak pada dosis 25 mg/kgbb sebagai komplemen natrium diklofenak pada dosis 1,125 mg/kgbb menunjukkan efek antiinflamasi sebanding dengan pemberian pada dosis tunggal natrium diklofenak 4,5 mg/kgbb | (Meisyayati & Dewiwaty, 2015) |
| | Maserasi bertingkat | n-heksan; etil asetat; etanol; air dan infusa dengan perbandingan 1:10. | Metode <i>In vitro</i> | Hasil isolasi dan identifikasi senyawa kimia yang aktif diduga adalah senyawa Gigantetrocin A dengan IC50 20.33 ppm | (Sukaryo et al., 2017) |

1. Aktivitas Antioksidan

Antioksidan adalah senyawa yang berfungsi menyerap atau menetralkan radikal bebas, sehingga dapat membantu mencegah berbagai penyakit degeneratif

seperti penyakit kardiovaskular, kanker, dan lainnya. Senyawa ini berperan dalam menetralkan radikal bebas serta melindungi sel normal, protein, dan lemak dari kerusakan yang ditimbulkan. Struktur

molekul antioksidan memungkinkan senyawa ini mendonorkan elektron kepada radikal bebas tanpa kehilangan fungsinya, sehingga mampu menghentikan reaksi berantai radikal bebas (Parwata, 2016).

Antioksidan dapat diuji aktivitasnya menggunakan metode DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil), CUPRAC, dan FRAP. Metode DPPH sering digunakan karena metode ini paling sederhana, mudah digunakan dan memberikan hasil yang akurat (Langi et al., 2020). Metode DPPH akan memberikan hasil potensi antioksidan berdasarkan nilai IC 50. Nilai IC 50 menunjukkan konsentrasi ekstrak yang dapat menghambat 50% oksidasi. Senyawa dinyatakan sebagai antioksidan kuat jika nilai IC 50 (50 ppm – 100 ppm) dan antioksidan sangat kuat jika nilai IC 50 (< 50 ppm) (Tristantini et al., 2016).

Tabel 1 menunjukkan perbandingan berbagai metode ekstraksi daun sirsak (*Annona muricata*) menggunakan pelarut berbeda dan pengaruhnya terhadap kandungan senyawa bioaktif serta aktivitas antioksidan yang diukur melalui nilai IC₅₀ (semakin kecil, semakin tinggi aktivitasnya).

Berdasarkan dari beberapa penelitian yang terdapat pada Tabel 1 aktivitas antioksidan yang paling baik didapatkan pada penelitian oleh (Aminah et al., 2016) dengan pelarut yang digunakan pada proses maserasi yaitu etanol 96% mendapatkan hasil randemen ekstrak daerah Mamuju 10,728 %, daerah Makassar 12,23 % dan daerah Jeneponto 11,728 %. Aktivitas

antioksidan diukur menggunakan metode DPPH (1,1-Diphenyl-2-picryl Hydrazyl) dengan variasi konsentrasi 10, 20, 30, 40, dan 50 ppm dalam etanol 96%. Pengujian dilakukan dengan mencampurkan 1 mL larutan uji dengan 4 mL DPPH 35 ppm, kemudian absorbansi diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 515 nm. Hasil perhitungan menunjukkan bahwa DS dari Makassar, Mamuju Utara, dan Jeneponto memiliki nilai IC₅₀ berturut-turut sebesar 1,380 µg/mL, 1,512 µg/mL, dan 1,420 µg/mL. Berdasarkan hasil tersebut, daun sirsak asal Makassar memiliki aktivitas antioksidan tertinggi dibandingkan dengan daerah lainnya.

Penelitian dengan metode maserasi lebih praktis dan efisien serta sederhana tidak memerlukan alat khusus dibandingkan ultrasonik atau microwave). Ekstrak dengan metode maserasi biasa menggunakan metanol (Kurang & Adang, 2018) menunjukkan aktivitas antioksidan yang lemah (IC₅₀ = 292,727 mg/L), jauh lebih rendah dibanding vitamin C. Sebaliknya, penggunaan metode ultrasonik dengan etanol 96% (Handayani et al., 2015) menghasilkan aktivitas antioksidan sangat kuat, dengan nilai IC₅₀ hanya 15,58 ppm dan kandungan flavonoid serta fenol yang tinggi.

Perbedaan aktivitas ini juga dipengaruhi oleh jenis pelarut dan lokasi geografis tumbuhan. Misalnya, ekstrak dari daun sirsak daerah Gowa, Takalar, dan Pinrang (Faradiba et al., 2024)

menunjukkan aktivitas lebih rendah (IC_{50} = 70–102 $\mu\text{g/mL}$) dibanding daerah Makassar. Selain itu, etanol 70% berdasarkan penelitian (Fathurrachman, 2014) justru menghasilkan IC_{50} paling rendah (18,03 ppm) dibanding etanol 96% atau 50%, menunjukkan bahwa pelarut campuran air-etanol bisa lebih optimal dalam menarik senyawa aktif.

Meskipun terdapat variasi dalam setiap penelitian, secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa daun sirsak memiliki potensi tinggi sebagai sumber antioksidan alami, terutama jika diekstraksi menggunakan pelarut etanol (70–96%) dengan metode ultrasonik atau maserasi yang terstandar, dan penggunaan bahan dari daerah dengan kualitas fitokimia optimal.

Metode UAE juga terbukti memberikan hasil yang sangat baik, baik dalam hal rendemen ekstrak maupun kandungan fenolik dan flavonoid. Penggunaan gelombang ultrasonik dapat memecah dinding sel tanaman lebih efektif, sehingga senyawa antioksidan lebih mudah dilepaskan ke dalam pelarut. Metode ini sangat baik dari segi efisiensi waktu dan pelestarian senyawa sensitif panas, sangat cocok untuk skala industri jika menggunakan alat ultrasonik modern.

2. Aktivitas antibakteri

Selain sebagai antioksidan, DS telah dimanfaatkan secara tradisional sebagai antibakteri. Antibakteri adalah zat yang menghambat pertumbuhan atau reproduksi bahkan membunuh bakteri. Menurut mekanisme kerjanya, antibakteri dibagi menjadi dua kelompok: bakteriostatik, yang

menghambat pertumbuhan bakteri, dan bakterisidal yang menghancurkan bakteri (Rollando, 2019).

Berdasarkan beberapa penelitian yang dikaji pada Tabel 1, ekstrak DS menunjukkan aktivitas antibakteri yang signifikan terhadap berbagai jenis bakteri patogen. Ekstrak etanol 70% terbukti mampu menghambat pertumbuhan *Streptococcus mutans* dengan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) sebesar 125 mg/mL (Rahman et al., 2017) sementara ekstrak etanol 96% menunjukkan daya hambat yang lebih kuat pada konsentrasi 100% (Putri, 2024).

Ekstrak DS juga menunjukkan aktivitas antibakteri yang cukup signifikan, terutama terhadap bakteri Gram-positif seperti *Staphylococcus aureus* (R.Tuna et al., 2015), serta Gram-negatif seperti *Pseudomonas aeruginosa* (Fikri et al., 2019).. Metode ekstraksi yang paling umum digunakan adalah maserasi dengan pelarut etanol 70–96%, di mana konsentrasi ekstrak yang lebih tinggi umumnya menghasilkan zona hambat yang lebih besar. Misalnya, pada penelitian yang dilakukan oleh (R.Tuna et al., 2015) menggunakan bakteri *S. aureus*, ekstrak etanol 96% menghasilkan zona hambat hingga 14,6 mm pada konsentrasi 100%, yang tergolong kuat meskipun belum menyamai efektivitas antibiotik standar.

Selain itu, ekstraksi bertingkat menggunakan metode sokhlet dengan pelarut n-heksana dan metanol (Fibonacci & Hulyadi, 2018) memperluas spektrum

antibakteri terhadap *Bacillus subtilis* dan *Escherichia coli*.

Ekstrak DS juga efektif terhadap *P. aeruginosa* dengan zona hambat mencapai 14,5 mm dan MIC sekitar 125 ppm, menunjukkan bahwa senyawa aktif seperti flavonoid, alkaloid, dan saponin berperan dalam mekanisme antibakterinya (Fikri et al., 2019).

Meski demikian, efektivitas ekstraksi bervariasi tergantung pada jenis bakteri, pelarut, dan metode ekstraksi yang digunakan, mengindikasikan bahwa pemilihan metode ekstraksi yang tepat dapat meningkatkan potensi farmakologis daun sirsak sebagai antibakteri alami.

Keseluruhan penelitian ini menunjukkan bahwa ekstrak daun sirsak, terutama yang diperoleh menggunakan pelarut etanol dan kloroform, memiliki potensi besar sebagai agen antibakteri alami terhadap berbagai bakteri Gram-positif dan Gram-negatif.

3. Aktivitas Antiinflamasi

Inflamasi adalah respon protektif normal tubuh untuk mengaktifkan mekanisme pertahanan dalam mengatasi mikroorganisme atau benda asing yang masuk, serta mengatur proses perbaikan jaringan. Stimulasi tertentu akan memicu pelepasan zat-zat seperti histamin, prostaglandin, bradikinin, dan serotonin, yang menyebabkan vasodilatasi dan peningkatan permeabilitas kapiler. Hal ini kemudian menimbulkan gejala inflamasi, seperti kemerahan (rubor), panas (kalor), nyeri (dolor), bengkak (tumor), dan

gangguan fungsi. Proses inflamasi juga berperan dalam patogenesis berbagai penyakit, termasuk kanker, rheumatoid arthritis, penyakit paru obstruktif kronis (COPD), aterosklerosis, dan penyakit kardiovaskular (Wijaya et al., 2015)

Berdasarkan ketiga penelitian yang dikaji, ekstrak daun sirsak (DS) terbukti memiliki aktivitas antiinflamasi yang signifikan, terutama pada fraksi etanol. Penelitian oleh (Soekaryo E., P., Simanjuntak S., 2016) dan (Sukaryo et al., 2017)) menunjukkan bahwa fraksi etanol memiliki kemampuan paling tinggi dalam menghambat enzim COX-2, dengan nilai IC_{50} sebesar 115,93 ppm dan senyawa aktif yang diidentifikasi adalah Gigantetrocin A dengan IC_{50} sebesar 20,33 ppm, jauh lebih poten dibanding fraksi air.

Sementara itu, studi oleh (Meisyayati & Dewiawaty, 2015) menunjukkan bahwa ekstrak DS dapat memberikan efek adisi antiinflamasi ketika dikombinasikan dengan natrium diklofenak, terutama pada dosis 25 mg/kgbb, yang mampu menghasilkan efek antiinflamasi setara dengan dosis tunggal diklofenak 4,5 mg/kgbb. Hal ini menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun sirsak berpotensi menurunkan kebutuhan dosis obat antiinflamasi sintetik, sekaligus memberikan efek antiinflamasi melalui mekanisme penghambatan COX-2. Dengan demikian, ekstrak etanol DS dapat dipertimbangkan sebagai agen antiinflamasi alami yang efektif baik secara tunggal maupun sebagai terapi kombinasi

Aktivitas Farmakologi Daun Pecut Kuda

Tabel 2. Aktivitas Farmakologi DPK

| <i>Aktivitas farmakologi</i> | <i>Metode ekstraksi</i> | <i>Pelarut</i> | <i>Metode</i> | <i>Hasil</i> | <i>Referensi</i> |
|------------------------------|-------------------------|--|--------------------------------------|--|--|
| Antioksidan | Maserasi | Metanol | Metode DPPH | Hasil penelitian menghasilkan nilai IC50 sebesar 5,0 µg/mL. | (Ololade et al., 2017) |
| | UAE | Etanol 96% | Metode DPPH | Hasil penelitian nilai IC50 sebesar 74,32 ± 0,71 ppm. | (Jumawardi et al., 2021) |
| | Maserasi | Etanol-air 70% | Metode DPPH secara KLT Autografi | Hasil uji KLT antioksidan dengan DPPH terdapat 1 bercak berwarna kuning pada ekstrak etanol-air 70% (EEA-70%) dengan Rf=0,91 dan 2 bercak pada ekstrak etil asetat terpurifikasi (EEAT) dengan Rf= 0,75, dan Rf=0,54 yang dapat menghambat radikal bebas DPPH. | (Amin, Waris, Aminah, Fitri, et al., 2024) |
| | Maserasi | Etanol 70% | Metode DPPH | Hasil uji aktivitas antioksidan dengan nilai IC50 77,373 ± 11,094 ppm, dan AAI dengan nilai 0,52 ± 0,074. | (Vebronia Gilberty Berek Tokan, 2023) |
| | Maserasi | n-heksan, etil asetat dan etanol 96%. | Metode DPPH | Hasil penelitian nilai IC50 19,76 µg/mL. Ekstrak etil asetat memiliki kandungan steroid dan tanin dengan nilai IC50 12,91 µg/mL. Ekstrak etanol memiliki kandungan alkaloid, flavonoid, triterpenoid, tanin dan saponin dengan nilai IC50 16,66 µg/mL. | (Rante et al., 2020) |
| Antibakteri | Maserasi | Etanol-air | Metode difusi cakram | Hasil menunjukkan adanya zona hambatan pada keempat bakteri tersebut. Pada <i>S. typhi</i> dan <i>P. Vulgaris</i> mendekati zona hambatan kontrol positif (penisilin), sedangkan pada <i>B. cereus</i> dan <i>S. pyogenes</i> , zona hambatan yang dihasilkan bahkan melebihi kontrol positif (penisilin). | (Thangiah, 2019) |
| | Maserasi | pelarut n-heksana, etil asetat, dan methanol | Metode difusi cakram | Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak metanol dan etil asetat daun pecut kuda dengan konsentrasi 12,5%, 25%, dan 50% dapat menghambat pertumbuhan bakteri <i>Staphylococcus aureus</i> dan <i>Escherichia coli</i> . | (Kumala & Becti, 2016) |
| Antiinflamasi | Maserasi | Methanol | Uji aktivitas antiinflamasi in vitro | Temuan studi antiinflamasi telah menunjukkan bahwa ekstrak metanol pada dosis yang diuji memiliki aktivitas antiinflamasi yang kuat dan ini membenarkan penggunaannya dalam pengobatan tradisional untuk mengobati inflamasi. | (Ogbiko et al., 2019) |
| | Maserasi | Etanol destilat | In vitro | Kombinasi ekstrak daun pecut kuda (<i>Stachytarpheta jamaicensis</i> L.) dan madu hutan memiliki efek antiinflamasi | (Azizah, 2017) |

1. Aktivitas Antioksidan

Antioksidan dapat berbentuk molekul kompleks seperti superoksida dismutase, katalase, dan peroksiredoksin, maupun senyawa sederhana seperti glutathion, vitamin (A, C, E, dan β -karoten), serta senyawa lain seperti flavonoid, albumin, bilirubin, dan seruplasmin. Selain antioksidan enzimatis, terdapat juga antioksidan non-enzimatis yang dapat berasal dari senyawa nutrisi maupun non-nutrisi. Antioksidan non-enzimatis umumnya ditemukan dalam sayuran, buah-buahan, biji-bijian, serta kacang-kacangan. Beberapa senyawa kimia yang tergolong sebagai antioksidan dalam tanaman meliputi polifenol, bioflavonoid, asam askorbat, vitamin E, betakaroten, katekin, dan lainnya (Reskiyatri, 2021). Berdasarkan berbagai penelitian, daun pecut kuda menunjukkan aktivitas antioksidan yang kuat hingga sangat kuat, tergantung pada jenis pelarut, metode ekstraksi, dan senyawa aktif yang terkandung. Ekstrak metanol melalui maserasi (Kuyooro et al., 2017) menunjukkan aktivitas antioksidan sangat kuat dengan nilai IC_{50} hanya 5,0 $\mu\text{g/mL}$, menandakan kemampuannya dalam menangkap radikal bebas sangat tinggi.

Penelitian lain (Rante et al., 2020) yang menggunakan tiga jenis pelarut (n-heksan, etil asetat, dan etanol 96%) menemukan bahwa ekstrak etil asetat memiliki IC_{50} paling rendah (12,91 $\mu\text{g/mL}$), diikuti oleh etanol (16,66 $\mu\text{g/mL}$) dan n-heksan (19,76 $\mu\text{g/mL}$), yang

semuanya berada dalam kategori aktivitas sangat baik.

Sementara itu, metode ultrasonic-assisted extraction (UAE) dengan pelarut etanol 96% (Jumawardi et al., 2021) memberikan hasil rendemen tinggi (25,78%) dengan IC_{50} sebesar $74,32 \pm 0,71$ ppm, tergolong aktivitas kuat, meskipun tidak sekuat ekstrak dari pelarut polar lainnya. Penelitian oleh (Vebronia Gilberty Berek Tokan, 2023) menggunakan etanol 70% menghasilkan IC_{50} sebesar $77,37 \pm 11,09$ ppm dan nilai AAI $0,52 \pm 0,074$, yang menempatkan aktivitasnya pada kategori sedang hingga kuat.

Penelitian Amin et al. (2024) juga mendukung potensi antioksidan daun pecut kuda melalui uji KLT menggunakan DPPH, yang menunjukkan adanya bercak kuning sebagai indikator senyawa antioksidan aktif, baik pada ekstrak etanol-air 70% maupun etil asetat terpurifikasi, dengan nilai R_f yang khas. Ini membuktikan adanya senyawa aktif seperti flavonoid, tanin, dan alkaloid, yang berperan penting dalam aktivitas antioksidan.

Secara keseluruhan, DPK memiliki potensi tinggi sebagai sumber antioksidan alami, terutama bila diekstraksi menggunakan pelarut polar seperti metanol, etanol, dan etil asetat, serta dengan metode ekstraksi yang tepat seperti maserasi dan UAE. Potensi ini menjadikan daun pecut kuda sangat menarik untuk dikembangkan sebagai bahan baku obat tradisional, suplemen antioksidan, atau formulasi fitofarmaka.

2. Aktivitas Antibakteri

Aktivitas antibakteri dapat diuji menggunakan metode difusi, dilusi, dan broth mikrodilusi. Metode difusi, yang mencakup difusi cakram dan difusi sumuran, bertujuan untuk menilai sensitivitas bakteri terhadap antibiotik. Sementara itu, metode dilusi, yang terdiri dari dilusi agar solid dan dilusi cair, digunakan untuk menentukan Konsentrasi Hambat Minimum (KHM) dan Konsentrasi Bunuh Minimum (KBM) guna mengetahui efektivitas suatu antibakteri (Balouiri et al., 2016).

Berdasarkan beberapa penelitian, DPK terbukti memiliki aktivitas antibakteri yang luas dan signifikan terhadap berbagai bakteri patogen, baik Gram positif maupun Gram negatif. Ekstrak etanol-air (Thangiah, 2019) menunjukkan daya hambat yang tinggi terhadap *Bacillus cereus*, *Streptococcus pyogenes*, *Salmonella typhi*, dan *Proteus vulgaris*. Bahkan, zona hambat terhadap *B. cereus* dan *S. pyogenes* melebihi kontrol positif (penisilin), sedangkan zona hambat terhadap *S. typhi* dan *P. vulgaris* mendekati kontrol positif, menunjukkan kekuatan antibakteri yang sangat potensial.

Penelitian oleh (Kumala & Becti, 2016) memperkuat hal tersebut, di mana ekstrak metanol menghasilkan rendemen tertinggi (15,64%) dan efektif menghambat pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli* pada berbagai konsentrasi (12,5%–50%). Ekstrak etil asetat juga menunjukkan aktivitas antibakteri, meskipun rendemennya lebih rendah. Selain

itu, (Ololade et al., 2017) menunjukkan bahwa ekstrak metanol DPK efektif melawan berbagai bakteri patogen lain, termasuk *Pseudomonas aeruginosa*, *Enterococcus faecalis*, *Klebsiella pneumoniae*, *Proteus mirabilis*, dan *Serratia marcescens*, menunjukkan spektrum antibakteri yang luas.

Berdasarkan berbagai penelitian, pelarut metanol dan etanol-air (70%) merupakan pelarut terbaik untuk mengekstraksi senyawa antibakteri dari DPK, karena mampu menghasilkan zona hambat yang luas dan kuat terhadap berbagai bakteri patogen, bahkan ada yang melebihi kontrol positif (penisilin). Metode maserasi menjadi metode ekstraksi paling efektif karena sederhana, efisien, dan konsisten menghasilkan aktivitas antibakteri yang tinggi. Kombinasi maserasi dengan pelarut polar ini terbukti optimal dalam menarik senyawa aktif seperti flavonoid, tanin, dan alkaloid yang berperan penting dalam efek antibakteri.

3. Aktivitas Antiinflamasi

Metode uji antiinflamasi bisa dilakukan secara *in vivo* (pada hewan) atau *in vitro* (di laboratorium). Metode *in vivo* sering menggunakan induksi edema pada telapak kaki tikus dengan karagenan, yang diukur dengan pletismometer. Metode *in vitro* melibatkan penghambatan denaturasi protein, stabilisasi membran sel darah merah, atau pengukuran absorbansi protein setelah diinkubasi.

Berdasarkan penelitian (Ogbiko et al., 2019), ekstraksi daun pecut kuda menggunakan metode maserasi dengan

pelarut metanol menghasilkan ekstrak yang menunjukkan aktivitas antiinflamasi kuat, yang mendukung penggunaannya dalam praktik pengobatan tradisional untuk mengatasi peradangan. Penelitian (Azizah, 2017) juga memperkuat temuan ini, dengan menunjukkan bahwa kombinasi ekstrak daun pecut kuda dan madu hutan memiliki efek antiinflamasi yang signifikan. Efek terbaik tercapai pada kombinasi dosis ekstrak 150 mg/kgBB dan madu 0,54 ml/kgBB, yang menghasilkan daya antiinflamasi sebesar 48,39%, mendekati efektivitas obat antiinflamasi standar. Dengan demikian, ekstrak metanol daun pecut kuda, baik tunggal maupun dalam kombinasi dengan madu, terbukti efektif sebagai agen antiinflamasi alami yang potensial.

KESIMPULAN

Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa untuk memperoleh aktivitas farmakologi terbaik dari DS dan DPK, metode maserasi dengan pelarut polar seperti etanol 70–96% atau metanol adalah yang paling direkomendasikan karena memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat, efek antibakteri yang signifikan, dan aktivitas antiinflamasi. Metode ini dapat digunakan untuk ekstraksi kedua tanaman pada industri yang akan mengembangkan tanaman ini menjadi obat modern asli Indonesia. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk uji toksisitas dan aktivitas *in vivo* dari

kombinasi ekstrak daun sirsak dan pecut kuda.

UCAPAN TERIMAKASIH

Terimakasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penelitian dan penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, A., Waris, R., Aminah, A., Fitri, N., & Bunga, A. T. (2024). Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol-Air dan Ekstrak Etil Asetat Terpurifikasi Daun Pecut Kuda Secara KLT Autografi. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada: Jurnal Ilmu-Ilmu Keperawatan, Analisis Kesehatan Dan Farmasi*, 24(2), 88–97.
- Amin, A., Waris, R., Aminah, A., Yuliana, D., & Fitri, N. (2024). Hubungan Kemampuan Aktivitas Antioksidan dengan Pelarut Ekstraksi Daun Pecut Kuda (*Stachytarpheta jamaicensis* L.). *Journal of Pharmaceutical and Health Research*, 5(3), 33–41. <https://doi.org/10.47065/jharma.v5i3.5221>
- Aminah, A., Maryam, S., Baits, M., & Kalsum, U. (2016). Perbandingan aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun sirsak (*Annona muricata* L.) berdasarkan tempat tumbuh dengan metode peredaman DPPH. *Jurnal Fitofarmaka Indonesia*, 3(1), 146–150.
- Azizah, M. (2017). Uji Efek Antiinflamasi Kombinasi Ekstrak Daun Pecut Kuda (*Stachytarpheta Jamaicensis* L.) dan Madu Hutan Pada Tikus Putih Jantan Galur Wistar yang Diinduksi Albumin Telur 5 %. *Jurnal Ilmiah Bakti Farmasi*, 2(2), 35–46.
- Azmir, J., Zaidul, I. S. M., Rahman, M. M., Sharif, K. M., Mohamed, A., Sahena, F., Jahurul, M. H. A., Ghafoor, K., Norulaini, N. A. N., & Omar, A. K.

- M. (2013). Techniques for extraction of bioactive compounds from plant materials: A review. *Journal of Food Engineering*, 117(4), 426–436. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2013.01.014>
- Balouiri, M., Sadiki, M., & Ibsouda, S. K. (2016). Methods for in vitro evaluating antimicrobial activity: A review. *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 6(2), 71–79.
- Chemat, F., Rombaut, N., Sicaire, A.-G., Meullemiestre, A., Fabiano-Tixier, A.-S., & Abert-Vian, M. (2017). Ultrasound assisted extraction of food and natural products. Mechanisms, techniques, combinations, protocols and applications. A review. *Ultrasonics Sonochemistry*, 34, 540–560. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2016.06.035>
- Depkes, R. I. (2000). Parameter standar umum ekstrak tumbuhan obat. *Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia*, 3–30.
- Faradiba, F., Amin, A., Sukmawati, S., Achmad, C. A., Ananda, R. H., Saputri, D., Faradilla, S., & Syarif, R. A. (2024). Total Flavonoid Content and Antioxidant Activity of Soursop Leaves from the Three Largest Producing Areas of South Sulawesi Province, Indonesia. *Window of Health: Jurnal Kesehatan*, 400–412.
- Fathurrachman, D. A. (2014). *Pengaruh konsentrasi pelarut terhadap aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun sirsak (Annona muricata Linn) dengan metode peredaman radikal bebas DPPH*.
- Fibonacci, A., & Hulyadi, H. (2018). Uji Aktivitas Antimikroba Daun Sirsak (*Annona muricata L.*) Terhadap *Bacillus subtilis* dan *Escherichia coli*. *Walisono Journal of Chemistry*, 1(1), 14–17.
- Fikri, F., Rahmaningtyas, I. H., Prastiya, R. A., & Purnama, M. T. E. (2019). Aktivitas antibakteri ekstrak daun sirsak (*Annona muricata L.*) terhadap pertumbuhan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* secara in vitro. *Jurnal Veteriner*, 20(3), 384–389.
- Handayani, H., Sriherfyna, F. H., & Yuniarta, Y. (2015). Ekstraksi Antioksidan Daun Sirsak Metode Ultrasonic Bath (Kajian Rasio Bahan: Pelarut Dan Lama Ekstraksi)[In Press Januari 2016]. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 4(1).
- Jannah, R. N., Fadraersada, J., Meylina, L., & Ramadhan, A. M. (2018). Formulasi Granul Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Sirsak (*Annona muricata Linn.*) Menggunakan Metode Granulasi Basah. *Proceeding of Mulawarman Pharmaceuticals Conferences*, 8, 97–103.
- Jumawardi, R., Ananto, A. D., & Deccati, R. F. (2021). Aktivitas antioksidan ekstrak etanol daun pecut kuda (*Stachytarpheta jamaicensis (L.) Vahl*) menggunakan metode ekstraksi berbasis gelombang ultrasonic. *Sasambo Journal of Pharmacy*, 2(2 SE-Articles), 80–86. <https://doi.org/10.29303/sjp.v2i2.85>
- Kumala, S., & Becti, N. D. P. (2016). *In vitro antibacterial and antioxidant activity of pecut kuda leaves (Stachytarpheta jamaicensis L.)*.
- Kurang, R. Y., & Adang, B. (2018). Skrining Fitokimia Dan Uji Aktivitas Antioksidan Daun Sirsak (*Annona Muricata L*) Dengan Metode 1, 1-Difenil-2-Pikrylhidrazyl (Dpph). *Partner*, 23(1), 567–574.
- Kuyooro, S., Ololade, Z., Oluranti, O., & Olatunde. (2017). *Stachytarpheta jamaicensis leaf extract. Phytochemical, Antioxidant, Anti-Arthritic, Anti-Inflammatory and Bactericidal Potentials. Journal of Scientific and Innovative Research*, 6. <https://doi.org/10.31254/jsir.2017.6401>
- Langi, P., Yudistira, A., & Mansauda, K. L. R. (2020). Uji Aktivitas Antioksidan Karang Lunak (*Nepthea sp.*) Dengan Menggunakan Metode DPPH (1,1-

- difenil-2-pikrilhidrazil). *PHARMACON*, 9(3), 425–431. <https://doi.org/10.35799/pha.9.2020.30028>
- Liew, P. M., & Yong, Y. K. (2016). *Stachytarpheta jamaicensis* (L.) Vahl: From Traditional Usage to Pharmacological Evidence. *Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine: ECAM*, 2016, 7842340. <https://doi.org/10.1155/2016/7842340>
- Meisyayati, S., & Dewiwaty, M. (2015). Efektifitas Antiinflamasi Ekstrak Daun Sirsak Sebagai Komplemen Natrium Diklofenak Pada Tikus Putih Jantan Galur Wistar. *Kartika: Jurnal Ilmiah Farmasi*, 3(2), 18–21.
- Mukhriani. (2014). Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, Dan Identifikasi Senyawa Aktif. *J. Kesehat.*, VII(2), 361. <https://doi.org/10.1007/s11293-018-9601-y>
- Nafi'ah, S. (2020). Kegunaan daun sirsak (*Annona muricata* L) untuk membunuh sel kanker dan pengganti kemoterapi. *Jurnal Ilmiah Keperawatan Dan Kesehatan Alkautsar (JIKKA)*, 1(1).
- Nguyen, M. T., Nguyen, V. T., Minh, L. V., Trieu, L. H., Cang, M. H., Bui, L. B., Le, X. T., & Danh, V. T. (2020). Determination of the phytochemical screening, total polyphenols, flavonoids content, and antioxidant activity of soursop leaves (*Annona muricata* Linn.). *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 736(6), 0–6. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/736/6/062011>
- Ogbiko, C., Musa, D. A., Dabai, M. U., Ali, I. J., Yelwa, A. S., & Bature, H. B. (2019). Phytochemical, Quantitative Proximate and In vitro Anti-inflammatory Study of the Crude Methanol Extract of *Stachytarpheta indica* Leaves (Verbenaceae). *Earthline Journal of Chemical Sciences*, 2(1), 153–162. <https://doi.org/10.34198/ejcs.2119.153162>
- Ololade, Z., Ogunmola, O., Kuyooro, S., & Abiona, O. (2017). *Stachytarpheta jamaicensis* leaf extract: Chemical composition, antioxidant, anti-arthritis, anti-inflammatory and bactericidal potentials. *Journal of Scientific and Innovative Research*, 6(4), 119–125. <https://doi.org/10.31254/jsir.2017.6401>
- Parwata, M. O. A. (2016). Antioksidan, Kimia Terapan Program Pascasarjana Universitas Udayana. *Universitas Udayana*.
- Purnamasari, F. (2021). Identifikasi Senyawa Aktif dari Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) dengan Perbandingan Beberapa Pelarut pada Metode Maserasi. *Window of Health: Jurnal Kesehatan*, 4(3 SE-Articles), 231–237. <https://doi.org/10.33096/woh.v4i03.234>
- Putri, D. A. R. (2024). Uji Efek Antibakteri Ekstrak Daun dan Buah Sirsak (*Annona muricata* L.) Terhadap Bakteri *Streptococcus mutans* Sebagai Referensi Pada Mata Kuliah Mikrobiologi. UIN Ar Raniry.
- R.Tuna, M., J.Kepel, B., & A.Leman, M. (2015). Uji Daya Hambat Ekstrak Daun Sirsak (*Annona muricata* L.) terhadap Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* secara In Vitro. *PHARMACON Jurnal Ilmiah Farmasi-UNSRAT*, 4(4), 50–56.
- Rahman, F. A., Haniastuti, T., & Utami, T. W. (2017). Skrining fitokimia dan aktivitas antibakteri ekstrak etanol daun sirsak (*Annona muricata* L.) pada *Streptococcus mutans* ATCC 35668. *Majalah Kedokteran Gigi Indonesia*, 3(1), 1–7.
- Rante, T. R. K., Simbala, H. E. I., & Mansauda, K. L. R. (2020).

- Phytochemical Screening and Antioxidant Potential of (*Stachytarpheta jamaicensis* L.) Leaf Extract Using 1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl (DPPH) Method. *Jurnal MIPA*, 9(2), 91–96.
- Rollando. (2019). Senyawa Antibakteri dari Fungi Endofit. In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 1).
- Sihombing, P., Karina, N. A., Tarigan, J. T., & Syarif, M. I. (2018). Automated hydroponics nutrition plants systems using arduino uno microcontroller based on android. *Journal of Physics: Conference Series*, 978, 12014.
- Soekaryo E., P., Simanjuntak S., S. (2016). Uji Inhibisi Enzim Siklooksigenase-2 (COX-2) dari EKSTRAK DAUN terjadi terus menerus dalam waktu lama maka merupakan salah satu faktor risiko timbulnya kanker. *Inflamasi kronik yang terjadi akan*. 2, 485–492.
- Suhirman, S. (2016). Skrining Fitokimia pada Beberapa Jenis Pecut Kuda (*Stachytarpheta jamaicensis* L. Vahl). *Prosiding Seminar Nasional Pengembangan Teknologi Pertanian*.
- Sukaryo, E., Setyahadi, S., & Simanjuntak, P. (2017). Isolasi Dan Identifikasi Senyawa Aktif Fraksi Etanol Daun Sirsak (*Annona muricata* linn.) Sebagai Anti Inflamasi Penghambat Enzim Siklooksigenase-2 (COX-2) Secara In Vitro. *Parapemikir : Jurnal Ilmiah Farmasi*, 6(2), 139–144. <https://doi.org/10.30591/pjif.v6i2.585>
- Sutriningsih, S. (2017). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Sirsak (*Annona Muricata* L.) dengan Metode 2, 2-difenil-1-pikrilhidrazil (Dpph) dan Uji Stabilitas Formulasi Sediaan Krim. *Indonesia Natural Research Pharmaceutical Journal*, 2(2), 107–118.
- Thangiah, A. S. (2019). Phytochemical screening and antimicrobial evaluation of ethanolic-aqua extract of *Stachytarpheta jamaicensis* (L.) vahl leaves against some selected human pathogenic bacteria. *Rasayan Journal of Chemistry*, 12(1), 300-307. <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:109200832>
- Tristantini, D., Ismawati, A., Pradana, B. T., & Jonathan, J. G. (2016). Pengujian aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH pada daun tanjung (*Mimusops elengi* L). *Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*, 1.
- Vebronia Gilberty Berek Tokan, P. (2023). *Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Pecut Kuda (Stachytarpheta jamaicensis (L.) Vahl) Dengan Metode 1, 1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl (DPPH)*. Poltekkes Kemenkes Kupang.
- Wijaya, L., Saleh, I., Theodorus, & Salni. (2015). Efek Antiinflamasi Fraksi Daun Andong (*Cordyline Fruticosa* L) Pada Tikus Putih Jantan (*Rattus Norvegicus*) Galur Sprague Dawley The Antiinflammatory Effects of Andong Leaf Fraction (*Cordyline Fruticosa* L) on Sprague Dawley White Male Rats (*Rattus Norvegicus*). *Biomedical Journal of Indonesia*, 1(1), 16–24.