

## Profil Metabolit Sekunder Daun Murbei (*Morus alba* L.) Berdasarkan Pelarut Ekstraksi Metode LC–MS/MS

Nurhayati<sup>1\*)</sup>, M. Henityo Agung As'adi<sup>2</sup>, Ameliya Gustina<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Farmasi, Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Harapan Ibu Jambi

\*) E-mail: [nurhayatiusman2996@gmail.com](mailto:nurhayatiusman2996@gmail.com)

### Info Artikel

Sejarah Artikel :

Diterima

22-Mei-2026

Disetujui

12-Juni-2026

Dipublikasikan

31-Juli-2026

### Kata Kunci:

Daun Murbei, Lc-  
Ms/Ms, Metabolit  
Sekunder, Pelarut  
Ekstraksi, Skrining  
Fitokimia

### Keywords:

Extraction Solvent, Lc-  
MS/MS, Mulberry  
Leaves, Phytochemical  
Screening, Secondary  
Metabolites

### Abstrak

**Latar belakang:** Daun murbei (*Morus alba* L.) mengandung metabolit sekunder yang berpotensi sebagai senyawa bioaktif, tetapi profilnya dapat dipengaruhi oleh jenis pelarut ekstraksi. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan membandingkan profil metabolit sekunder ekstrak etanol dan metanol daun murbei serta mengidentifikasi senyawanya menggunakan metode LC-MS/MS. **Metode:** Penelitian dilakukan secara eksperimental dengan pendekatan deskriptif. Ekstraksi simplisia dilakukan melalui metode maserasi menggunakan etanol 96% dan metanol, kemudian dianalisis melalui skrining fitokimia dan LC-MS/MS. **Hasil:** Kedua ekstrak mengandung alkaloid, flavonoid, saponin, dan tanin, sedangkan steroid dan terpenoid hanya terdeteksi pada ekstrak metanol. LC-MS/MS mengidentifikasi 44 senyawa pada ekstrak etanol dan 75 senyawa pada ekstrak metanol. Golongan dominan adalah asam amino dan peptida, diikuti alkaloid. **Simpulan dan saran:** Pelarut ekstraksi mempengaruhi jumlah dan variasi metabolit sekunder. Metanol lebih efektif mengekstraksi senyawa polar hingga semi-polar. Penelitian lanjutan perlu menguji aktivitas biologis senyawa teridentifikasi.

### Abstract

**Background:** Mulberry leaves (*Morus alba* L.) contain secondary metabolites with potential bioactive properties; however, their profile may be influenced by the type of extraction solvent used. **Objective:** This study aimed to compare the secondary metabolite profiles of ethanol and methanol extracts of mulberry leaves and to identify their compounds using LC-MS/MS. **Methods:** This research was conducted experimentally using a descriptive approach. The simplisia was extracted by maceration using 96% ethanol and methanol, followed by phytochemical screening and LC-MS/MS analysis. **Results:** Both extracts contained alkaloids, flavonoids, saponins, and tannins, while steroids and terpenoids were detected only in the methanol extract. LC-MS/MS analysis identified 44 compounds in the ethanol extract and 75 compounds in the methanol extract. The dominant compound groups were amino acids and peptides, followed by alkaloids. **Conclusion and suggestion:** The extraction solvent affected the number and variation of secondary metabolites. Methanol was more effective in extracting polar to semi-polar compounds. Further studies are recommended to evaluate the biological activity of the identified compounds.

## PENDAHULUAN

Pemanfaatan tanaman berkhasiat sebagai sumber senyawa bioaktif semakin mendapat perhatian sejalan dengan meningkatnya kebutuhan bahan alam pada bidang farmasi, pangan, dan kosmetik. Daun murbei (*Morus alba* L.) merupakan salah satu tanaman yang berpotensi karena dilaporkan mengandung flavonoid, alkaloid, saponin, tannin, dan terpenoid yang berkaitan dengan aktivitas biologis, khususnya

sebagai antioksidan dan antibakteri (Chandra Purnama, 2022). Beberapa studi juga menunjukkan bahwa ekstrak daun murbei mempunyai aktivitas antioksidan, antibakteri, serta berpeluang dimanfaatkan sebagai bahan tabir surya alami (Firmayani *et al.*, 2023; Saryanti *et al.*, 2025). Selain itu, daun murbei diketahui memiliki senyawa penanda berupa isokuersitin yang berpotensi memberikan perlindungan terhadap stres oksidatif (Departemen Kesehatan, 2017; Rahman *et al.*, 2024).

Kemajuan metode analisis, salah satunya *Liquid Chromatography-Mass Spectrometry* (LC-MS/MS), memungkinkan pendeteksian metabolit sekunder secara lebih sensitif dan menyeluruh (Hariri Putri *et al.*, 2025). Penelitian sebelumnya telah memanfaatkan LC-MS/MS untuk mengkaji senyawa bioaktif daun murbei, tetapi umumnya menggunakan etanol atau metanol secara terpisah (Chandra Purnama, 2022; Zhou *et al.*, 2022). Padahal, perbedaan polaritas pelarut dapat memengaruhi jenis dan jumlah senyawa metabolit terekstraksi.

Keadaan tersebut memperlihatkan adanya celah penelitian, yaitu masih terbatasnya kajian yang membandingkan pengaruh pelarut ekstraksi terhadap profil metabolit sekunder daun murbei secara sistematis menggunakan analisis LC-MS/MS. Akibatnya, informasi mengenai pelarut yang paling efektif untuk menarik senyawa bioaktif tertentu masih belum memadai sebagai dasar pemilihan pelarut optimum dalam pengembangan produk berbasis bahan alam.

Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini diarahkan untuk membandingkan profil metabolit sekunder daun murbei (*Morus alba* L.) pada ekstraksi etanol 96% dan metanol menggunakan LC-MS/MS, serta mengidentifikasi senyawa metabolit yang terdapat pada masing-masing ekstrak. Temuan penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan ilmiah dalam pengembangan dan standarisasi proses daun murbei.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini menerapkan desain eksperimen dengan pendekatan deskriptif. Pendekatan eksperimental digunakan untuk menilai perbedaan profil metabolit sekunder daun murbei (*Morus alba* L.) akibat penggunaan pelarut ekstraksi yang berbeda, sedangkan pendekatan deskriptif digunakan untuk memaparkan senyawa yang teridentifikasi pada setiap perlakuan. Rancangan yang digunakan berupa eksperimen sederhana dengan dua perlakuan, yaitu ekstraksi menggunakan etanol 96% dan metanol melalui metode maserasi. Identifikasi profil metabolit sekunder pada setiap ekstrak dilakukan menggunakan *Liquid Chromatography-Mass Spectrometry* (LC-MS/MS).

### Populasi dan Sampel

Populasi penelitian mencakup daun tanaman murbei (*Morus alba* L.) yang tumbuh di wilayah Kota Jambi. Sampel berupa daun murbei segar diperoleh dari tanaman yang berada di Jl. KS Tubun Lorong Kharisma, Simpang IV Sipin, Kecamatan Telanaipura, Kota Jambi. Daun yang dipilih adalah daun segar, tidak mengalami kerusakan, dan bebas dari kontaminan. Untuk memastikan kebenaran spesies, sampel dideterminasi di Laboratorium Taksonomi Tumbuhan Universitas Padjajaran.

## Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan meliputi timbangan analitik digital, rotary evaporator (*Buchi*), *instrument Ultra Performance Liquid Chromatography-Mass Spectrometry* (UPLC-MS/MS) ACQUITY UPLC® H-Class System Waters®, USA, kolom C18 (1,8 µm; 2,1 x 100 mm; Waters®, USA), hotplate, botol kaca gelap, tabung reaksi (*Pyrex*), rak tabung reaksi, gelas ukur (*Pyrex*), pipet tetes, batang pengaduk, corong, kertas saring, cawan penguap, dan beaker glass (*Pyrex*).

Bahan penelitian terdiri atas daun murbei (*Morus alba* L.), etanol 96% Prima Teknis, metanol *pro analysis*, aquadest, CH<sub>3</sub>COOH, HCl 2N, FeCl<sub>3</sub> 1%, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pekat, pereaksi *Mayer*, pereaksi *Wagner*, Pereaksi *Dragendorff*, dan pereaksi *Lieberman-Bouchard*.

## Pengolahan Sampel

Pengolahan sampel mencakup pengambilan bahan tanaman, determinasi, pembuatan simplisia, ekstraksi, skrining fitokimia, dan analisis LC-MS/MS. Ekstraksi dilakukan dengan maserasi menggunakan etanol 96% dan metanol selama 2 x 24 jam. Filtrat yang diperoleh kemudian diuapkan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu sekitar ±40–45°C sampai terbentuk ekstrak kental. Data yang diamati meliputi rendemen, hasil skrining fitokimia, dan profil metabolit sekunder berdasarkan kromatogram LC-MS/MS.

## HASIL PENELITIAN

Determinasi tanaman dilakukan di Laboratorium Taksonomi Tumbuhan Universitas Padjadjaran, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat. Berdasarkan surat No.93/HB/01/2026, diketahui bahwa sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Morus alba* L. yang termasuk dalam famili Moraceae, kingdom Rosanae, divisi Magnoliidae, class Equisetopsida, ordo Rosales, genus *Morus*, species *Morus alba* L. Tahap ini dilakukan untuk menjamin ketepatan identitas tanaman sehingga hasil penelitian dapat dipertanggungjawabkan secara ilmiah.

Sampel daun murbei diproses melalui sortasi basah, pencucian, perajangan, pengeringan, dan sortasi kering. Dari 12 kg daun segar diperoleh 2,5 kg simplisia kering setelah proses pengeringan. Data susut pengeringan ditampilkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Hasil Uji Susut Pengeringan Simplisia Daun Murbei

| Sampel                                 | Bobot Awal | Bobot Akhir | Persentase % |
|----------------------------------------|------------|-------------|--------------|
| Daun murbei<br>( <i>Morus alba</i> L.) | 12 kg      | 2,5 kg      | 79%          |

Nilai susut pengeringan dari daun segar menjadi simplisia kering mencapai 79%. Hasil ini menunjukkan bahwa bahan segar memiliki kandungan air yang relatif tinggi sebelum dikeringkan.

Ekstraksi daun murbei dilakukan dengan metode maserasi menggunakan dua pelarut, yaitu etanol 96% dan metanol. Ekstraks kental yang dihasilkan disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Hasil Pembuatan Ekstrak Kental Daun Murbei

| Berat Simplisia | Pelarut    | Volume Pelarut | Berat Ekstrak |
|-----------------|------------|----------------|---------------|
| 500 g           | Etanol 96% | 10 L           | 79,18 g       |
| 500 g           | Metanol    | 5 L            | 27,57 g       |

Uji organoleptik dilakukan dengan mengamati warna dan konsistensi masing-masing ekstrak. Hasil pengamatan tersebut ditampilkan pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Hasil Organoleptik Ekstrak Etanol dan Metanol Daun Murbei

| Parameter   | Hasil Pengamatan |
|-------------|------------------|
| Warna       | Hijau Kehitaman  |
| Konsistensi | Kental           |

Rendemen dihitung untuk menggambarkan efisiensi ekstraksi dari setiap pelarut. Hasil perhitungan rendemen dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil Rendemen Ekstrak Daun Murbei

| Pelarut    | Berat Ekstrak | Berat Sampel | Rendemen |
|------------|---------------|--------------|----------|
| Etanol 96% | 79,18 g       | 500 g        | 15,83 %  |
| Metanol    | 27,57 g       | 500 g        | 5,51 %   |

Skrining fitokimia dilakukan untuk mengetahui keberadaan kelompok metabolit sekunder pada ekstrak daun murbei. Hasil pengujian ekstrak etanol dan metanol disajikan pada Tabel 5 dan Tabel 6.

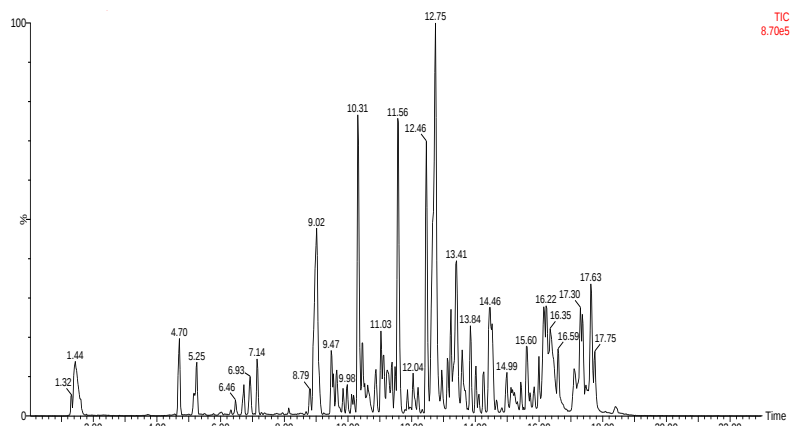
**Tabel 5.** Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Daun Murbei

| Senyawa   | Hasil   |
|-----------|---------|
| Alkaloid  | Positif |
| Terpenoid | Negatif |
| Steroid   | Negatif |
| Saponin   | Positif |
| Tanin     | Positif |
| Flavonoid | Positif |

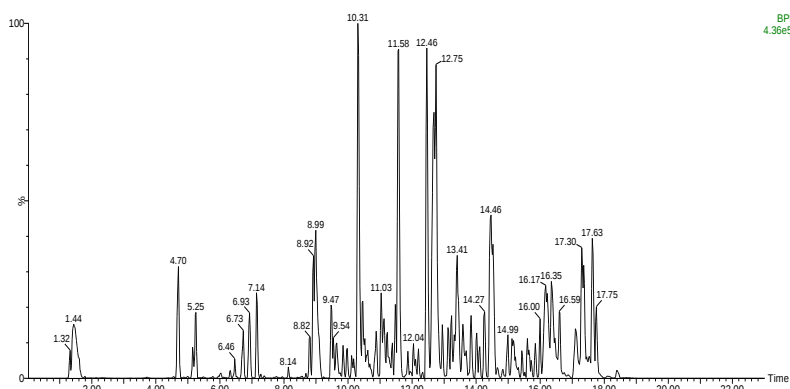
**Tabel 6.** Hasil Skrining Fitokimia Ekstrak Metanol Daun Murbei

| Senyawa   | Hasil   |
|-----------|---------|
| Alkaloid  | Positif |
| Terpenoid | Positif |
| Steroid   | Positif |
| Saponin   | Positif |
| Tanin     | Positif |
| Flavonoid | Positif |

Analisis LC-MS/MS pada ekstrak etanol menghasilkan 44 senyawa yang teridentifikasi. Kelompok senyawa yang paling menonjol adalah asam amino dan peptida, kemudian diikuti oleh alkaloid, terpenoid, asam lemak, poliketida, dan karbohidrat. Kromatogram TIC (*Total Ion Chromatogram*) dan BPI (*Base Peak Intensity*) ekstrak etanol ditunjukkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.

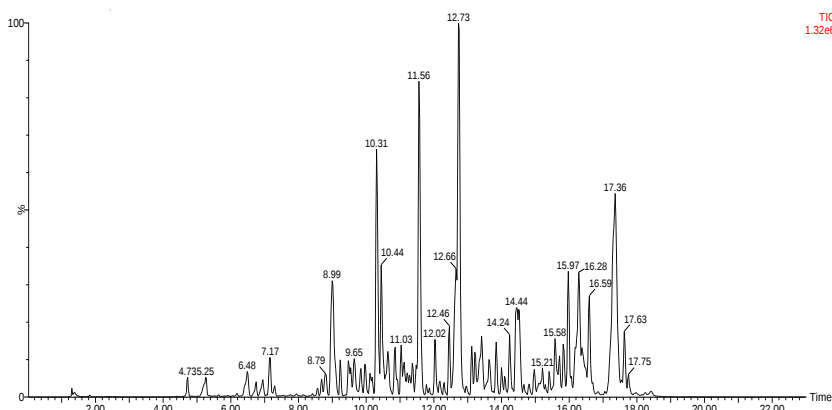


**Gambar 1.** Kromatogram TIC ekstrak etanol daun murbei menggunakan LC-MS/MS

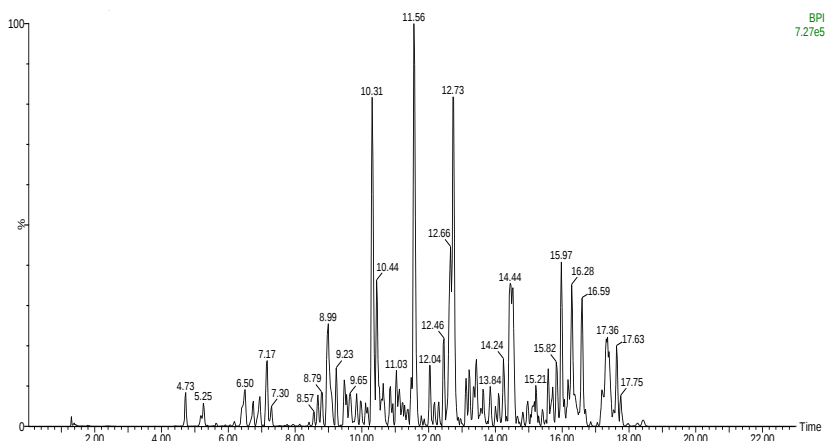


**Gambar 2.** Kromatogram BPI ekstrak etanol daun murbei menggunakan LC-MS/MS

Pada ekstrak metanol, analisis LC-MS/MS mengidentifikasi 75 senyawa. Senyawa yang dominan juga berasal dari kelompok asam amino dan peptida, kemudian disusul oleh alkaloid, terpenoid, asam lemak, karbohidrat, dan poliketida. Kromatogram TIC dan BPI ekstrak metanol disajikan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



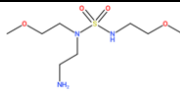
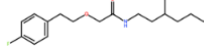
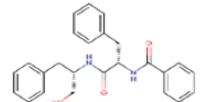
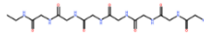
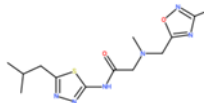
**Gambar 3.** Kromatogram TIC ekstrak metanol daun murbei menggunakan LC-MS/MS



**Gambar 4.** Kromatogram BPI ekstrak metanol daun murbei menggunakan LC-MS/MS

Senyawa dominan yang terdeteksi melalui analisis LC-MS/MS dirangkum pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Senyawa dominan hasil analisis LC-MS/MS daun murbei

| No | Senyawa                                                                                                   | Formula               | Golongan               | Mass    | RT    | Struktur                                                                              |
|----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|------------------------|---------|-------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1  | 1-Amino-2-[2-methoxyethyl(2-methoxyethylsulfamoyl)amino]ethane                                            | $C_8H_{21}N_3O_4S$    | Asam amino dan peptida | 256,134 | 8,82  |   |
| 2  | 2-[2-(4-fluorophenyl)ethoxy]-N-[3-methyl-6-(methylamino)hexyl]acetamide                                   | $C_{18}H_{29}FN_2O_2$ | Alkaloid               | 325,229 | 8,92  |  |
| 3  | Aurantiamide                                                                                              | $C_{25}H_{26}N_2O_3$  | Asam amino dan peptida | 403,203 | 10,46 |  |
| 4  | H-Gly-Gly-Gly-Gly-Gly-Gly-Gly-NHEt                                                                        | $C_{16}H_{28}N_8O_7$  | Asam amino dan peptida | 445,213 | 11,63 |  |
| 5  | 2-[(3-ethyl-1,2,4-oxadiazol-5-yl)methylmethylamino]-N-[5-(2-methylpropyl)-1,3,4-thiadiazol-2-yl]acetamide | $C_{14}H_{22}N_6O_2S$ | Alkaloid               | 339,159 | 10,93 |  |

## PEMBAHASAN

Determinasi tanaman menjadi tahap penting dalam penelitian bahan alam karena berfungsi memastikan identitas spesies yang digunakan. Berdasarkan hasil determinasi, sampel penelitian dinyatakan sebagai daun murbei (*Morus alba* L.) dari famili *Moraceae*. Ketepatan identifikasi tanaman diperlukan agar hasil penelitian tidak bias, mengingat setiap spesies dapat memiliki komposisi metabolit sekunder yang berbeda. Hal ini sejalan dengan (Klau & Hesturini, 2021) yang menyebutkan bahwa determinasi diperlukan untuk mencegah kesalahan penggunaan bahan tanaman dalam penelitian farmasi.

Pembuatan simplisia dilakukan melalui sortasi, pencucian, perajangan, dan pengeringan untuk mempertahankan mutu bahan serta kestabilan metabolit sekunder. Pada penelitian ini, susut pengeringan daun murbei dari bahan segar menjadi simplisia kering mencapai 79% (Tabel 1). Nilai tersebut

menggambarkan tingginya kadar air pada sampel segar sebelum pengeringan. (Ikhrom *et al.*, 2020) menjelaskan bahwa pengeringan bertujuan menurunkan kadar air sehingga kerusakan simplisia selama penyimpanan dapat dikurangi. Oleh karena itu, pengeringan yang tepat diperlukan sebelum bahan diekstraksi.

Proses ekstraksi dilakukan dengan maserasi menggunakan etanol 96% dan metanol. Ekstrak yang diperoleh dari etanol memiliki bobot lebih besar dibandingkan metanol, yaitu 79,18 g dan 27,57 g (Tabel 2). Perbedaan tersebut mengindikasikan bahwa jenis pelarut dan jumlah pelarut berperan terhadap efisiensi penarikan senyawa dari daun murbei.

Bobot ekstrak etanol yang lebih tinggi dapat dikaitkan dengan volume pelarut yang lebih besar, sehingga kontak antara pelarut dan simplisia menjadi lebih luas. Etanol juga mampu melarutkan berbagai senyawa polar dan semi-polar. Temuan ini mendukung pendapat (Hakim & Saputri, 2020) bahwa etanol efektif digunakan untuk mengekstraksi senyawa flavonoid dan fenolik karena bersifat relatif aman serta kompatibel dengan berbagai senyawa bioaktif..

Maserasi dipilih karena metode ini memungkinkan proses difusi senyawa aktif berlangsung selama perendaman tanpa pemanasan tinggi. (Badaring *et al.*, 2020) menyatakan bahwa maserasi merupakan teknik sederhana yang dapat mengekstraksi senyawa aktif sekaligus meminimalkan kerusakan senyawa akibat suhu.

Pengamatan organoleptik menunjukkan bahwa kedua ekstrak berwarna hijau kehitaman dengan konsistensi kental (Tabel 3). Warna tersebut diduga berkaitan dengan keberadaan klorofil dan senyawa fenolik pada daun, sedangkan konsistensi kental menunjukkan bahwa pelarut telah banyak teruapkan sehingga ekstrak menjadi pekat. Meskipun karakter fisik keduanya serupa, hal tersebut tidak selalu mencerminkan kesamaan komposisi kimia karena selektivitas pelarut terhadap metabolit dapat berbeda.

Rendemen ekstrak etanol mencapai 15,83%, sedangkan ekstrak metanol sebesar 5,51% (Tabel 4). Rendemen yang lebih tinggi menggambarkan lebih banyak komponen terlarut yang berhasil ditarik oleh pelarut. Mengacu pada standar yang menyatakan rendemen baik tidak kurang dari 10% (Hasninal & Amin, 2024), ekstrak etanol dapat dikategorikan baik, sementara rendemen metanol tergolong rendah. Perbedaan ini dapat dipengaruhi oleh polaritas pelarut, rasio pelarut terhadap simplisia, serta kemampuan pelarut melarutkan metabolit sekunder. Hasil tersebut sejalan dengan (Aji Pamungkas *et al.*, 2023) yang menyatakan bahwa jenis pelarut dapat memengaruhi karakteristik dan jumlah ekstrak dari bahan alam.

Skrining fitokimia memperlihatkan bahwa ekstrak etanol mengandung alkaloid, saponin, tanin, dan flavonoid, sedangkan ekstrak metanol mengandung seluruh golongan tersebut serta steroid dan terpenoid (Tabel 5 dan Tabel 6). Alkaloid ditandai oleh terbentuknya endapan pada reaksi dengan pereaksi *Wagner* dan *Dragendorff*, dan golongan ini diketahui berpotensi sebagai antibakteri serta antiinflamasi. Hasil tersebut mendukung laporan (Chandra Purnama, 2022) mengenai keberadaan alkaloid pada ekstrak metanol daun murbei. Flavonoid pada kedua ekstrak berhubungan dengan potensi

antioksidan karena mampu meredam radikal bebas, sebagaimana dilaporkan (Fatimah Hanum *et al.*, 2022). Ditemukannya steroid dan terpenoid pada ekstrak metanol menunjukkan bahwa metanol lebih mampu menarik senyawa tertentu yang bersifat polar sampai semi-polar. (Witoyo *et al.*, 2024) menyatakan bahwa polaritas pelarut sangat menentukan jenis metabolit yang dapat diekstraksi dari bahan alam. Uji saponin pada kedua ekstrak menghasilkan busa stabil, yaitu 2,5 cm pada ekstrak etanol dan 1 cm pada ekstrak metanol. Busa tersebut terbentuk karena saponin memiliki gugus hidrofilik dan hidrofobik yang dapat menurunkan tegangan permukaan air (Widyaningsih *et al.*, 2025). Sementara itu, tanin ditandai oleh perubahan warna hijau kehitaman akibat pembentukan kompleks antara ion  $\text{Fe}^{3+}$  dan gugus fenolik. Menurut (Hersila *et al.*, 2023), tanin berperan dalam pertahanan tanaman terhadap patogen melalui gangguan pada dinding sel mikroorganisme dan aktivitas enzim.

Analisis LC-MS/MS menunjukkan 44 senyawa pada ekstrak etanol dan 75 senyawa pada ekstrak metanol (Gambar 1-Gambar 4). Jumlah senyawa yang lebih besar pada ekstrak metanol menunjukkan bahwa pelarut ini lebih efektif dalam mengekstraksi metabolit polar hingga semi-polar. Kromatogram TIC dan BPI ekstrak metanol juga memperlihatkan jumlah puncak yang lebih banyak dibandingkan etanol, sehingga mengindikasikan keragaman metabolit yang lebih tinggi. Secara umum, senyawa yang dominan berasal dari kelompok asam amino dan peptida, diikuti oleh alkaloid, terpenoid, asam lemak, poliketida, dan karbohidrat. Hasil ini sesuai dengan (Zhou *et al.*, 2022) yang menyebutkan bahwa LC-MS/MS mampu mendeteksi metabolit bioaktif daun murbei secara komprehensif. Selain itu, (Marchetti *et al.*, 2021) juga melaporkan adanya senyawa alkaloid pada daun murbei yang berkontribusi terhadap aktivitas biologis tanaman.

Isokuersitin sebagai senyawa marker daun murbei tidak terdeteksi pada penelitian ini. Hal tersebut kemungkinan berkaitan dengan degradasi selama proses ekstraksi dan penguapan, serta kondisi tanaman yang tidak sepenuhnya mendukung akumulasi senyawa tersebut. (Rahman *et al.*, 2024) menyatakan bahwa flavonoid seperti isokuersitin peka terhadap suhu dan faktor lingkungan sehingga kadarnya dapat menurun.

Temuan penelitian ini menunjukkan bahwa LC-MS/MS merupakan metode yang sesuai untuk mengidentifikasi metabolit sekunder bahan alam karena memiliki sensitivitas dan selektivitas yang tinggi. Selain itu, hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai pertimbangan dalam pemilihan pelarut untuk pengembangan produk herbal berbasis daun murbei di bidang farmasi, pangan fungsional, maupun kosmetik alami.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, perbedaan pelarut ekstraksi terbukti memengaruhi profil metabolit sekunder daun murbei (*Morus alba* L.). Ekstrak metanol menunjukkan keragaman senyawa yang lebih tinggi dibandingkan ekstrak etanol. Daun murbei mengandung berbagai metabolit sekunder, antara lain alkaloid, flavonoid, saponin, tanin, steroid, terpenoid, dan senyawa bioaktif lain yang berpotensi

dikembangkan sebagai bahan alam untuk bidang farmasi dan kesehatan. Analisis LC-MS/MS mampu menggambarkan profil metabolit daun murbei secara komprehensif, sehingga dapat mendukung pengembangan serta standarisasi ekstrak berbasis bahan alam.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Harapan Ibu Jambi atas fasilitas dan dukungan yang diberikan selama penelitian berlangsung. Apresiasi juga disampaikan kepada Laboratorium Kimia Farmasi STIKES Harapan Ibu Jambi dan Pusat Laboratorium Forensik Bogor atas bantuan fasilitas, peralatan, dan layanan pengujian yang mendukung pelaksanaan penelitian ini.

## REFERENSI

- Aji Pamungkas, D., Maria Ulfa, A., & Kurniati, M. (2023). Pengaruh Jenis Pelarut Pada Metode Maserasi Terhadap Karakteristik Ekstrak Daun Kayu Putih (*Eucalyptus pellita*). *Agustus* (Vol. 6).
- Badaring, D. R., Puspitha, S., Sari, M., Nurhabiba, S., Wulan, W., Anugrah, S., Lembang, R., & Biologi, J. (2020). Uji Ekstrak Daun Maja (*Aegle marmelos* L.) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus* Indonesian Journal of Fundamental Sciences (IJFS). *Indonesian Journal of Fundamental Sciences*, 6(1).
- Chandra Purnama, Y. H. (2022). Identifikasi Senyawa Kimia Pada Ekstrak Daun Murbei (*Morus Alba*L). *Scientific Proceedings of Islamic and Complementary Medicine*, 1(1), 135–138. <https://doi.org/10.55116/spicm.v1i1.16>
- Departemen Kesehatan. (2017). *Farmakope Herbal Indonesia Edisi Ii 2017 Kementerian Kesehatan Republik Indonesia 615.1 Ind f*.
- Fatimah Hanum, S., Alfarabi, S., Farmasi Fakultas Farmasi dan Kesehatan, D., Kesehatan Helvetia Medan, I., & Farmasi Fakultas Farmasi dan Kesehatan, M. (2022). Skrining Fitokimia Dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Daun Murbei (*Morus Alba* L.) Pada Sediaan Lotion. *Journal of Pharmaceutical and Sciences*, 479–487.
- Firmayani, D., Elysa Putri Mambang, D., Yuniarti, R., & Pandapotan Nasution, M. (2023). Efektivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Daun Murbei (*Morus Alba* L) Terhadap Bakteri *Staphylococcus Aureus* Dan *Escherichia Coli* Antibacterial Effectiveness Of Ethanol Extract Of Mulberry (*Morus Alba* L.) Leaves Against *Staphylococcus Aureus* And *Escherichia Coli* Bacteria. *Agustus* (Vol. 3, Number 1).
- Hakim, A. R., & Saputri, R. (2020). Narrative Review: Optimasi Etanol Sebagai Pelarut Senyawa flavonoid Dan Fenolik. *Jurnal Surya Medika (Jsm)*.
- Hariri Putri, M. A., Tilarso, D., & Sari, T. A. (2025). Analisis Profil Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Daun Cempedak (*Artocarpus integer*) Dengan Metode Spektrofotometer UV-Vis dan LC-

- MS. *Media Farmasi*, 21(1), 63–72. <https://doi.org/10.32382/mf.v21i1.975>
- Hasninal, S., & Amin, A. (2024). *Teknik Ekstraksi, Nilai Rendemen dan Identifikasi Kandungan Metabolit Sekunder Ekstrak Daun Tembelean (Lantana camara L) Asal Kota Kendari Extraction Technique, Rendement Value, and Identification of Secondary Metabolite Content of Tembelean (Lantana camara L) Leaves from Kendari City*. 12(2), 185.
- Hersila, N., Chatri, M., Biologi, J., Matematika, F., & Pengetahuan, I. (2023). *Jurnal Embrio* (15) ( 1 ) (16-22) 2023 *Senyawa Metabolit Sekunder (Tanin) Pada Tanaman Sebagai Antifungi Secondary Metabolite Compounds (Tannins) In Plants As Antifungi*.
- Ikhrom, N., Jayani, E., Citra Rani, K., Darmasetiawan, N. K., & Tandelilin, E. (2020). Perbaikan Sarana Produksi Teh Kelor. *JCES (Journal of Character Education Society*, 3(2). <https://doi.org/10.31764/jces.v3i1.2321>
- Klau, M. H. C., & Hesturini, R. J. (2021). Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol Daun Dandang Gendis (*Clinacanthus nutans* (Burm F) Lindau) Terhadap Daya Analgetik Dan Gambaran Makroskopis Lambung Mencit. *Jurnal Farmasi & Sains Indonesia*, 4(1), 6–12. <https://doi.org/10.52216/jfsi.v4i1.59>
- Marchetti, L., Saviane, A., Montà, A. D., Paglia, G., Pellati, F., Benvenuti, S., Bertelli, D., & Cappellozza, S. (2021). Determination of 1-deoxynojirimycin (1-dnj) in leaves of italian or italy-adapted cultivars of mulberry (*morus* sp.pl.) by hplc-ms. *Plants*, 10(8). <https://doi.org/10.3390/plants10081553>
- Rahman, A., Mahardika, I., Saputri, R. D., Tjahjandarie, S., & Tanjung, M. (2024). Isolasi, Karakterisasi, dan Uji Aktivitas Antioksidan Senyawa Turunan Kuersetin dari Kulit Batang *Melicope quercifolia*. *J. Sains Kes*. 2020, 2(4). <https://doi.org/10.25026/jsk.v2i4.202>
- Saryanti, D., Nur Rahmawati, A., Utami, N., Putri Atmaja, A., Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional, S., Solo Baki Kwarasan Grogol Sukoharjo, J., Tengah, J., Studi, P. S., & Solo Baki Kwarasan, J. (2025). Aktivitas Tabir Surya Fraksi Daun Murbei (*Morus Alba L*) Berdasarkan Nilai Sun Protection Factor (SPF). In *Pharmamedica Journal* (Vol. 10, Number 1).
- Widyaningsih, S., Chatri, M., Biologi, D., Matematika, F., Ilmu, D., & Alam, P. (2025). *Potensi Senyawa Saponin untuk Pengendalian Penyakit Tanaman*.
- Witoyo, J. E., Utoro, P. A. R., Alvianto, D., & Naisali, H. (2024). An Overview of Extraction Methods of Bioactive Compounds from White Mulberry (*Morus alba*) Leaf. *Spizaetus: Jurnal Biologi Dan Pendidikan Biologi*, 5(2), 319. <https://doi.org/10.55241/spibio.v5i2.387>
- Zhou, Q. Y. J., Liao, X., Kuang, H. M., Li, J. Y., & Zhang, S. H. (2022). LC-MS Metabolite Profiling and the Hypoglycemic Activity of *Morus alba L*. Extracts. *Molecules*, 27(17). <https://doi.org/10.3390/molecules27175360>