

# IDENTIFIKASI SENYAWA BIOAKTIF DARI BUBUK DAUN CAKAR AYAM (*Selaginella* spp.) KOMERSIAL DAN EKSTRAKNYA MENGGUNAKAN METODE FTIR

## *Identification of Bioactive Compounds of Commercial Selaginella spp. Leaf Powder and its Extract Using FTIR Method*

Jatmiko Eko Witoyo<sup>1\*</sup>, Panggulu Ahmad Ramadhani Utoro<sup>2</sup>, Jaya Mahar Maligan<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Teknologi Industri Pertanian, Institut Teknologi Sumatera, Lampung Selatan, Indonesia

<sup>2</sup>Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Universitas Mulawarman, Samarinda, Indonesia

<sup>3</sup>Departemen Ilmu Pangan dan Bioteknologi, Universitas Brawijaya, Malang, Indonesia

Penulis korespondensi: [jatmikoew@gmail.com](mailto:jatmikoew@gmail.com)

Riwayat Artikel: Dikirim; 10 agustus 2024 Diterima; 10 September 2024  
Diterbitkan :1 November 2024

### **Abstract**

Increased public awareness of the back-to-nature lifestyle has encouraged using natural materials, especially for health purposes. One of the natural ingredients that attracts attention and has the potential to be developed is *Selaginella* spp. leaves, commonly known as "daun cakar ayam" in Indonesia, have been proven beneficial for human health due to their potential bioactivity. However, the profiles of bioactive compounds in "daun cakar ayam" leaves are lacking, unexplored, and poorly documented. This study aims to identify the functional groups of bioactive compounds in "daun cakar ayam" leaf powder and its extracts in water and methanolic extracts using the Fourier Transform Infrared (FTIR) method. Commercial "daun cakar ayam" was obtained online and evaluated using a Shimadzu IR Spirit-FTIR spectrophotometer. The FTIR spectra results show that "daun cakar ayam" powder and its extract have different infrared absorption patterns in the 400-4000  $\text{cm}^{-1}$  range. The functional groups identified in "daun cakar ayam" powder and its extracts include O-H stretching, C-H (stretch and stretching), multiple bonding, C-H (bending and aromatic), C=O, N-H, CH<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub>, C=C aromatic, C-O, C-O-C, C-N stretching, C-O-H, and C-OH aromatic, which indicate the presence of phenolic, flavonoids, tannins, alkaloids, saponin, and triterpenoids compounds. The FTIR method used in this study successfully confirmed the presence of important bioactive compounds in commercial "daun cakar ayam" leaf powder and its extract qualitatively that have the potential to be used as herbal medicine. Quantifying bioactive compounds from "daun cakar ayam" powder and its extracts, as well as further specific bioactivity testing, are required to develop safe and standardized "daun cakar ayam" based herbal products.

**Keywords:** Bioactive Compounds, Cakar ayam Leaf Powder, Extract, FTIR, Herbal Medicine

## **PENDAHULUAN**

Kesadaran masyarakat dalam menjalani gaya hidup *back to nature* semakin meningkat dan populer dalam beberapa tahun terakhir, yang diindikasikan dengan meningkatnya pemanfaatan bahan alam, terutama untuk pengobatan dan kesehatan. Menurut Ekor (2014) dalam 3 dekade terakhir, 80% penduduk diseluruh

dunia menggunakan produk obat herbal dan suplemen untuk meningkatkan atau mempertahankan kesehatan mereka. Cakar ayam (*Selaginella* spp.) merupakan salah satu bahan alam potensial yang telah terbukti memiliki efek bioaktivitas menguntungkan bagi tubuh manusia, dan banyak ditemukan berlimpah di Indonesia. Sekitar 40 jenis cakar ayam ditemukan tersebar di seluruh pelosok Indonesia dan

memiliki berbagai aktivitas biologi, seperti antioksidan, anti inflamasi, anti mikroba, neuroprotektif, anti diabetes, anti kanker, dan bioaktivitas lainnya (Muema et al., 2022; Setyawan, 2009; Setyawan & Darusman, 2008). Bioaktivitas dari cakar ayam disebabkan oleh kandungan senyawa bioaktif yang terkandung didalamnya seperti alkaloid, flavonoid, biflavonoid, saponin, tanin, steroid, dan terpenoid, bergantung dari jenis cakar ayam (Chikmawati *et al.*, 2012; Oktavia & Sutoyo, 2021; Setyawan, 2011). Pemanfaatan cakar ayam secara tradisional di Indonesia digunakan sebagai obat, seperti untuk pengobatan kanker, pengobatan pada infeksi saluran pernafasan dan saluran kemih, cedera, gangguan jantung, patah tulang dan rematik, ataupun tanaman hias dan sayuran, dengan bagian yang banyak dimanfaatkan adalah daun cakar ayam (Setyawan, 2009). Namun, profil senyawa bioaktif yang terkandung dari cakar ayam di Indonesia, termasuk daun cakar ayam masih sangat minim dan belum terdokumentasi dengan baik, sehingga perlu dilakukan eksplorasi dan penelitian untuk mengidentifikasi *fingerprint* khas dari setiap jenis cakar ayam.

Identifikasi senyawa bioaktif dari tanaman herbal ataupun ekstrak herbal umumnya menggunakan metode dan peralatan canggih seperti spektrometri UV (Srividhya et al., 2017), resonansi magnetik nuklir (NMR) (Lee *et al.*, 2008), kromatografi gas (Ayaz et al., 2017; Sithara *et al.*, 2017), kromatografi lapisan tipis (KLT) (Chikmawati *et al.*, 2012), dan kromatografi cair kinerja tinggi (KCKT) (Wang *et al.*, 2015), dengan hasil yang akurat dan presisi, namun membutuhkan biaya mahal, instrumen canggih, waktu analisis lama, membutuhkan reagen tertentu, dan tidak menjangkau semua kalangan peneliti. Penggunaan metode alternatif untuk identifikasi senyawa bioaktif dengan biaya murah dan waktu cepat perlu dilakukan, salah satunya

menggunakan metode FTIR (*Fourier-transform infrared spectroscopy*) (Sahribulan & Pagarra, 2023).

FTIR merupakan salah satu metode yang dapat digunakan untuk menentukan gugus fungsi dari suatu bahan, baik berupa padatan, maupun ekstrak dengan cara mengukur energi foton yang ditransfer dan intensitas serapan spektrum ketika terpapar cahaya inframerah (Pharmawati & Wrsiati, 2020; Prabha & Anil, 2019). Keunggulan dari metode ini adalah tidak membutuhkan reagen, waktu analisis singkat, akurat, dan rebih lamah lingkungan (Maria *et al.*, 2018). Metode ini telah berhasil mengidentifikasi gugus fungsi dari berbagai senyawa dan ekstrak tumbuhan, terutama ekstrak tanaman herbal yang digunakan dalam pengobatan tradisional cina (*traditional chinese medicine*) (Li *et al.*, 2010; Adiana & Mazura, 2011; Bunaciu *et al.*, 2011; Kamble & Gaikwad, 2016;). Berdasarkan fakta yang telah diuraikan, tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi gugus fungsi senyawa bioaktif dari bubuk dan ekstrak daun cakar ayam menggunakan metode FTIR dengan sampel daun cakar ayam komersial yang diperoleh secara *online*.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Daun cakar ayam kering dibeli secara *online* melalui *online shop* “HERBADREAM” dengan merek dagang “cakar ayam” yang diproduksi di Surakarta, Jawa Tengah, Indonesia. Daun cakar ayam kering dihaluskan menggunakan *blender* (Philips brand) dan diayak menggunakan ayakan 80 mesh. Penampakan visual dari daun cakar ayam kering dan bubuk cakar ayam 80 mesh ditampilkan pada Gambar 1. Reagen kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah air distilasi yang diperoleh dari toko bahan kimia di sekitar Kota Malang, dan metanol dengan

spesifikasi *analytical grade* yang dibeli dari Merck KGaA, Jerman.



(A)



(B)

Gambar 1. Daun cakar ayam kering (A) dan bubuk daun cakar ayam 80 mesh (B). Sumber: Dokumentasi Pribadi

### Preparasi Ekstrak Air dan Metanol Daun Cakar Ayam

Preparasi ekstrak bubuk daun cakar ayam mengadopsi dari metode Pharmawati & Wrasati (2020) dengan modifikasi. 1 gram bubuk daun cakar ayam di ekstrak menggunakan pelarut air ataupun metanol dengan rasio 1:40 b/v pada suhu ruang selama 5 jam dengan kecepatan pengadukan sebesar 500 rpm menggunakan *magnetic stirrer* (MS-H-Pro). Hasil ekstrak disaring menggunakan kertas saring dan dipekatkan menggunakan *rotary evaporator* (IKA HB-RB10 digital) pada suhu 40 °C sampai didapatkan 1/10 bagian dari ekstrak (ekstrak kental). Ekstrak kental disimpan pada botol gelap untuk pengujian lebih lanjut.

### Identifikasi Senyawa Bioaktif Bubuk dan Ekstrak Daun Cakar Ayam

Bubuk dan ekstrak daun cakar ayam dievaluasi pada bilangan gelombang 400-4000  $\text{cm}^{-1}$  dengan jumlah *scans* sebanyak

20 dan resolusi sebesar 2  $\text{cm}^{-1}$  menggunakan Shimadzu IR Spirit-FTIR spektrofotometer (Shimadzu, Japan). Spektra FTIR yang diperoleh dibandingkan dengan pustaka terdahulu untuk menentukan jenis, dan tipe gugus fungsi, serta prediksi senyawa bioaktif yang terkandung pada sampel.

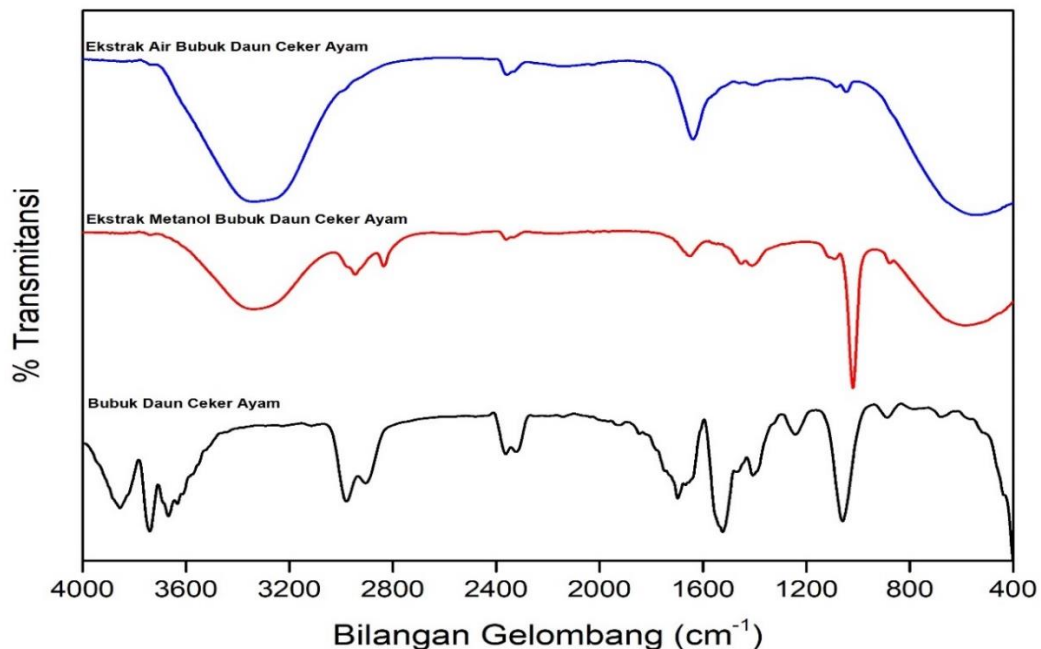
### HASIL DAN PEMBAHASAN

Spektra FTIR dari bubuk daun cakar ayam, ekstrak air dan metanol bubuk daun cakar ayam pada penelitian ini ditampilkan pada Gambar 2, dan Tabel 1. Gambar 2 memperlihatkan bahwa bubuk daun cakar ayam, dan ekstraknya, baik ekstrak air dan metanol memiliki pola serapan inframerah yang berbeda-beda pada kisaran 400-4000  $\text{cm}^{-1}$ . Pada bubuk daun cakar ayam ditemukan sebanyak 13 ikatan/gugus fungsi penyusunnya, sementara pada ekstrak air dan metanol bubuk daun cakar ayam ditemukan 13 dan 15 ikatan/gugus fungsi penyusunnya (Tabel 1). Gugus fungsi O-H *stretching* dari fenol ditemukan pada bilangan gelombang 3739,63  $\text{cm}^{-1}$  pada bubuk daun cakar ayam, 3794,92, dan 3725,99  $\text{cm}^{-1}$  pada ekstrak air, dan pada 3741,78  $\text{cm}^{-1}$  pada ekstrak metanol (Maria *et al.*, 2018; Sithara *et al.*, 2017). Bilangan gelombang 3359,63  $\text{cm}^{-1}$  (ekstrak air), dan 3333,21  $\text{cm}^{-1}$  (ekstrak metanol) mengindikasikan gugus fungsi O-H dari alkohol ataupun air (Putri *et al.*, 2023; Thummajitsakul & Silprasit, 2022), namun tidak ditemukan pada bubuk daun cakar ayam. Ikatan C-H *stretch* ditemukan pada bubuk daun cakar ayam pada bilangan gelombang 3114,20  $\text{cm}^{-1}$ , dan digolongkan sebagai senyawa aromatik oleh Khalid *et al.* (2023). Bilangan gelombang pada 2800- 2900  $\text{cm}^{-1}$  teridentifikasi sebagai area ikatan C-H *stretching* (Adiana & Mazura,

2011; Khalid et al., 2023; Liu et al., 2006; Putri et al., 2023). Ikatan C-H *stretching* pada bubuk daun cakar ayam teridentifikasi pada bilangan gelombang 2979,21 dan 2904,58  $\text{cm}^{-1}$ , sementara pada ekstrak metanol teridentifikasi pada bilangan gelombang 2834,16  $\text{cm}^{-1}$ . Selain itu pada semua sampel ditemukan *multiple bonding* yang mengindikasikan adanya senyawa nitril (Gowry et al., 2015), yaitu pada bilangan gelombang 2322,91, dan 2140,52  $\text{cm}^{-1}$  (bubuk daun cakar ayam), 2019,89  $\text{cm}^{-1}$  (ekstrak air), dan 2024,20  $\text{cm}^{-1}$  (ekstrak metanol).

Ikatan C-H *bending* teridentifikasi pada bubuk daun cakar ayam dan ekstrak air bubuk daun cakar ayam, dan digolongkan sebagai senyawa aromatik oleh Khalid et al. (2023). Pada bubuk daun

cakar ayam ikatan C-H *bending* teridentifikasi pada bilangan gelombang 1927,26, 1845, 40, dan 1697,48  $\text{cm}^{-1}$ , sementara ekstrak air dan metanol bubuk daun cakar ayam teridentifikasi pada bilangan gelombang 1637,56  $\text{cm}^{-1}$  dan 1648,65  $\text{cm}^{-1}$ . Selain itu, bilangan gelombang 1697,48  $\text{cm}^{-1}$  pada bubuk daun cakar ayam, 1637,56  $\text{cm}^{-1}$  pada ekstrak air dan 1648,65  $\text{cm}^{-1}$  pada ekstrak metanol bubuk daun cakar ayam juga teridentifikasi sebagai ikatan C=O (Adiana & Mazura, 2011; Khalid et al., 2023; Putri et al., 2023). Pada bilangan gelombang yang sama pada ekstrak air (1637,56  $\text{cm}^{-1}$ ) dan ekstrak metanol bubuk daun cakar ayam 1648,65  $\text{cm}^{-1}$ , dan pada bilangan gelombang 1522,99  $\text{cm}^{-1}$ , teridentifikasi sebagai ikatan N-H (Putri et al., 2023).



Gambar 2. Spektra FTIR bubuk daun cakar ayam dan ekstraknya (ekstrak air dan metanol)

Ikatan  $\text{CH}_2$  dan  $\text{CH}_3$  teridentifikasi pada bilangan gelombang yang sama pada semua sampel. Pada sampel bubuk daun cakar ayam teridentifikasi pada bilangan gelombang 1407,39  $\text{cm}^{-1}$ , ekstrak air bubuk daun bubuk cakar ayam teridentifikasi pada

1461,24  $\text{cm}^{-1}$ , dan ekstrak metanol bubuk daun cakar ayam teridentifikasi pada 1480,82 dan 1455,50  $\text{cm}^{-1}$ . Selain itu, bilangan gelombang 1461,24  $\text{cm}^{-1}$  pada ekstrak air, dan 1455,50  $\text{cm}^{-1}$  pada ekstrak metanol bubuk daun cakar ayam

teridentifikasi sebagai ikatan C-C aromatis (Putri *et al.*, 2023). Pada semua sampel, baik bubuk maupun ekstrak bubuk daun cakar ayam teramati adanya gugus fungsi C-O. Gugus C-O ditemukan pada bilangan gelombang 1242,33, 1059,86, dan 886,80  $\text{cm}^{-1}$  pada bubuk daun cakar ayam, 1270,96, 1082,85, 1045,49  $\text{cm}^{-1}$  pada ekstrak air, dan 1089,29, 1019,64, dan 876,74  $\text{cm}^{-1}$  pada ekstrak metanol. Putri *et al.* (2023) menyatakan bahwa bilangan gelombang pada kisaran 800-1300 teridentifikasi sebagai ikatan C-O. Nursanto *et al.* (2023) menyatakan bahwa bilangan gelombang pada kisaran 1085-1150  $\text{cm}^{-1}$  teridentifikasi sebagai ikatan C-O eter, dan bilangan gelombang pada kisaran 1000-1260  $\text{cm}^{-1}$  teridentifikasi sebagai C-O alkohol. Sementara itu, Liu *et al.* (2006) menyatakan bahwa bilangan gelombang pada kisaran 997-1130  $\text{cm}^{-1}$  berkaitan dengan vibrasi *stretching* dari ikatan C-O.

Ikatan C-O-C ditemukan pada ekstrak air dan ekstrak metanol bubuk daun cakar ayam, yaitu bilangan gelombang 1082,85 dan 1089,25  $\text{cm}^{-1}$ , secara berurutan (Adiana & Mazura, 2011). Ikatan C-O-H juga hanya ditemukan pada ekstrak air pada bilangan gelombang 1045,49  $\text{cm}^{-1}$  dan ekstrak metanol bubuk daun cakar ayam pada bilangan gelombang 1019,64  $\text{cm}^{-1}$ . Menurut Putri *et al.* (2023), bilangan gelombang pada kisaran 1000-1050 teridentifikasi sebagai ikatan C-O-H. Selain itu, ikatan C-H aromatis ditemukan pada bubuk daun cakar ayam pada bilangan gelombang 785,55, 679,28, dan 536,39  $\text{cm}^{-1}$ , pada ekstrak air ditemukan pada bilangan gelombang 586,65  $\text{cm}^{-1}$  dan pada ekstrak metanol ditemukan pada bilangan gelombang 586,65  $\text{cm}^{-1}$ , sedangkan C-OH aromatis hanya ditemukan pada bubuk daun

cakar ayam pada bilangan gelombang 433,71  $\text{cm}^{-1}$ . Menurut Putri *et al.* (2023), ikatan C-H aromatis ditemukan pada 500-800  $\text{cm}^{-1}$ , sedangkan menurut Nursanto *et al.* (2023), ikatan C-H aromatis ditemukan pada kisaran 650-1000  $\text{cm}^{-1}$ , dan C-OH aromatis ditemukan pada kisaran 375-450  $\text{cm}^{-1}$ .

Ikatan O-H *stretching*, C-H *stretching*, C-O, C-H aromatis, C-OH aromatis, dan C-N mengindikasikan keberadaan senyawa fenolik pada sampel bubuk dan ekstrak bubuk daun cakar ayam. Menurut Suzeta *et al.* (2023), keberadaan senyawa fenolik pada sampel diindikasikan adanya gugus O-H, C-H, C=C aromatik, C-O dan C-N. Selain itu, bubuk daun cakar ayam dan ekstraknya, baik ekstrak air dan ekstrak metanol mengandung senyawa bioaktif, berupa flavonoid yang diindikasikan adanya ikatan O-H *stretching*, C=O, C=C aromatis, dan C-H aromatis (Putri *et al.*, 2023). Keberadaan senyawa flavonoid ini didukung dengan adanya *fingerprint* dari flavonoid pada kisaran bilangan gelombang 900-1300  $\text{cm}^{-1}$  (Suzeta *et al.*, 2023), seperti yang ditampilkan pada Tabel 1.

Ikatan -OH *stretching*, C-H *stretching*, C=C aromatis, dan C-O serta daerah *finger print* tanin mengindikasikan bahwa bubuk daun cakar ayam dan ekstraknya mengandung senyawa bioaktif tanin. Menurut Suzeta *et al.* (2023), ikatan -OH, C-H *stretching*, C=C aromatis, dan C-O eter merupakan merupakan gugus fungsi khas dari senyawa tanin. Keberadaan senyawa tanin didukung oleh adanya *fingerprint* dari tanin pada bilangan gelombang 950-1500  $\text{cm}^{-1}$  (Nursanto *et al.*, 2023), dan telah dirangkum pada Tabel 1.

Tabel 1. Gugus fungsi dari bubuk dan ekstrak daun cakar ayam komersial

Gugus fungsi	Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )		
	Bubuk daun cakar ayam	Ekstrak air daun cakar ayam	Ekstrak metanol daun cakar ayam
O-H <i>stretching</i> dari fenol	3739,63	3794,92 3725,99	3741,78
O-H <i>stretching</i> dari alkohol	-	3359,63	3333,21
C-H <i>stretch</i>	3114,20	-	-
C-H <i>stretching</i>	2979,21 2904,53	-	2834,16
Multiple bonding	2322,91 2140,52	2019,89	2024,20
C-H <i>bending</i>	1927,26 1845,40 1697,48	1637,56	1648,65
C=O	1697,48	1637,56	1648,65
N-H	1522,99	1637,56	1648,65
CH <sub>2</sub>	1407,39	1461,24	1480,82 1455,50
CH <sub>3</sub>	1407,39	1461,24	1480,82 1455,50
C=C aromatis	-	1461,24	1455,50
C-O	1242,33 1059,86	1270,96 1082,85	1089,29 1019,64
C-O-C	886,80	1045,49	876,74
C-N <i>stretching</i>	-	1082,85	1089,25
C-O-H	1059,86	1082,85 1045,49	1089,29
C-O-H	-	1045,49	1019,64

Tabel 1. *Lanjutan*

Gugus fungsi	Bilangan Gelombang (cm <sup>-1</sup> )		
	Bubuk daun cakar ayam	Ekstrak air daun cakar ayam	Ekstrak metanol daun cakar ayam
C-H aromatis	785,55		
	679,28	536,39	586,65
	565,83		
C-OH aromatis	433,71	-	-
		1270,96	
<i>Fingerprint</i> flavonoid	1242,23	1082,85	1089,29
	1059,85	1045,49	1019,64
		1461,24	
<i>Fingerprint</i> tanin	1407,39	1393,03	1480,82
	1242,23	1270,96	1455,50
	1059,85	1082,85	1089,29
		1045,49	1019,64

Senyawa bioaktif lain yang ditemukan pada bubuk daun cakar ayam dan ekstraknya adalah alkaloid yang ditandai dengan adanya ikatan C-H, C-O, C=O, N-H, C-N, dan C-H aromatis. Menurut Khairuddin et al. (2018), keberadaan gugus fungsi C-N, N-H, C=O, dan C-H pada isolat ekstrak metanol kulit falok mengindikasikan adanya senyawa alkaloid. Gamah et al. (2023) juga menyatakan bahwa senyawa alkaloid pada ekstrak daun jarak pagar ditandai dengan keberadaan gugus fungsi C-H, C-H aromatis N-H, C-O dan C=O. Selain itu bubuk dan ekstrak daun cakar ayam juga mengandung senyawa triterpenoid, yang diindikasikan ikatan CH<sub>2</sub> dan CH<sub>3</sub> (Putri et al., 2023).

Saponin merupakan senyawa bioaktif lain yang secara kualitatif ditemukan pada bubuk daun cakar ayam dan ekstraknya, yang ditandai dengan adanya ikatan O-H, C-H, C-O, dan C=O. Bintoro et al. (2017) melaporkan bahwa gugus fungsi ciri khas saponin yang ditemukan pada ekstrak daun bidara antara lain C-H alifatik, C=O, C-H, dan O-H, sedangkan menurut (Rizkita et al., 2021), keberadaan senyawa saponin pada ekstrak leunca (*Solanum nigrum* L) ditandai dengan adanya beberapa gugus fungsi, seperti gugus -OH, -CH alifatik, C=C, C-H, dan C-O.

## KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengidentifikasi gugus fungsi senyawa bioaktif dari bubuk daun cakar ayam dan ekstraknya menggunakan metode FTIR. Spektra FTIR menunjukkan bahwa bubuk daun cakar ayam dan ekstraknya memiliki pola serapan inframerah yang berbeda pada kisaran 400-400 cm<sup>-1</sup>. Gugus fungsi yang teridentifikasi pada bubuk daun cakar ayam dan ekstraknya, meliputi O-H stretching, C-H stretch, C-H stretching, multiple bonding, C-H bending, C=O, N-

H, CH<sub>2</sub>, CH<sub>3</sub>, C=C aromatis, C-O, C-O-C, C-N stretching, C-O-H, C-OH aromatis, dan C-H aromatis. Keberadaan gugus fungsi tersebut menunjukkan keberadaan senyawa fenolik, flavonoid, tanin, alkaloid, saponin, dan triterpenoid pada bubuk daun cakar ayam dan ekstraknya secara kualitatif. Hasil ini memiliki implikasi bahwa bubuk daun cakar ayam dan ekstraknya, terutama ekstrak air dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan obat maupun produk herbal. Namun, untuk pengembangan produk herbal berbasis daun cakar ayam yang aman dan terstandarisasi, pengujian lebih lanjut mengenai kadar setiap senyawa bioaktif dalam bubuk daun cakar ayam dan ekstraknya, serta pengujian bioaktivitas secara spesifik, baik secara *in-vitro*, *in-vivo*, maupun *in silico* perlu dilakukan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adiana, M. A., & Mazura, M. P. (2011). Study on Senna alata and its different extracts by Fourier transform infrared spectroscopy and two-dimensional correlation infrared spectroscopy. *Journal of Molecular Structure*, 991(1-3), 84-91. <https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2011.02.005>
- Ayaz, M., Junaid, M., Ullah, F., Sadiq, A., Shahid, M., Ahmad, W., Ullah, I., Ahmad, A., & Syed, N. (2017). GC-MS Analysis and Gastroprotective Evaluations of Crude Extracts, Isolated Saponins, and Essential Oil from Polygonum hydropiper L. *Frontiers in Chemistry*, 5, 58. <https://doi.org/10.3389/fchem.2017.00058>
- Bintoro, A., Ibrahim, A. M., & Situmeang, B. (2017). Analisis Dan Identifikasi Senyawa Saponin Dari Daun Bidara (*Zhizipus mauritania* L.). *Jurnal ITEKIMA*, 2(1), 84-94.
- Bunaciu, A. A., Aboul-Enein, H. Y., & Fleschin, S. (2011). Recent



- applications of fourier transform infrared spectrophotometry in herbal medicine analysis. *Applied Spectroscopy Reviews*, 46(4), 251–260.  
<https://doi.org/10.1080/05704928.2011.565532>
- Chikmawati, T., Setyawan, A. D., & . M. (2012). Phytochemical Composition of Selaginella spp from Java Island Indonesia. *MAKARA of Science Series*, 16(2), 129–133.  
<https://doi.org/10.7454/mss.v16i2.1408>
- Ekor, M. (2014). The growing use of herbal medicines: issues relating to adverse reactions and challenges in monitoring safety. *Frontiers in Neurology*, 4, 177.  
<https://doi.org/10.3389/fphar.2013.00177>
- Gamah, Nastiti, K., & Arizky, S. (2023). Profil Senyawa Alkalkoid dengan Metode Spektroskopi Inframerah (FTIR) dan Penetapan Kadar Total Alkaloid dari Ekstrak Daun Jarak Pagar (*Jaropha curcas L.*). *Journa of Pharmaceutical Care and Sciences*, 4(1), 168–181.  
<https://doi.org/10.33859/jpcs.v4i1.476>
- Gowry, J., Darmalingham, V., & Prema, A. (2015). Phytochemical screening by FTIR spectroscopic analysis of leaf and stem Extracts of wedelia biflora. *Int J Nano Corr Sci and Engg*, 2(5), 322–334.  
<http://www.ijnscse.com>
- Kamble, V. V., & Gaikwad, N. B. (2016). Fourier transform infrared spectroscopy spectroscopic studies in embelia ribes burm. F.: A vulnerable medicinal plant. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, 9(1), 41–47.  
<https://doi.org/10.22159/ajpcr.2016.v9s3.13804>
- Khairuddin, Taebe, B., Risna, & Rahim, A. (2018). Isolasi dan Karakterisasi Senyawa Alkaloid Ekstrak Metanol Klika Faloak (*Sterculia populifolia*). *Ad-Dawaa'J.Pharm.Sci.*, 1(2), 62–70.
- Khalid, S., Arshad, M., Mahmood, S., Siddique, F., Roobab, U., Ranjha, M. M. A. N., & Lorenzo, J. M. (2023). Extraction and Quantification of Moringa oleifera Leaf Powder Extracts by HPLC and FTIR. *Food Analytical Methods*, 16(4), 787–797.  
<https://doi.org/10.1007/s12161-023-02470-z>
- Lee, N. Y., Min, H. Y., Lee, J., Nam, J. W., Lee, Y. J., Han, A. R., Wiryawan, A., Suprpto, W., Lee, S. K., & Sec, E. K. (2008). Identification of a new cytotoxic biflavanone from Selaginella doederleinii. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 56(9), 1360–1361.  
<https://doi.org/10.1248/cpb.56.1360>
- Li, D., Jin, Z., Zhou, Q., Chen, J., Lei, Y., & Sun, S. (2010). Discrimination of five species of Fritillaria and its extracts by FT-IR and 2D-IR. *Journal of Molecular Structure*, 974(1–3), 68–72.  
<https://doi.org/10.1016/j.molstruc.2010.01.031>
- Liu, H. xia, Sun, S. qin, Lv, G. hua, & Chan, K. K. C. (2006). Study on Angelica and its different extracts by Fourier transform infrared spectroscopy and two-dimensional correlation IR spectroscopy. *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, 64(2), 321–326.  
<https://doi.org/10.1016/j.saa.2005.07.026>
- Maria, M. F. F., Ikhmal, W. M. K. W. M., Sabri, M. G. M., Ibrahim, M. S. C., & Adnan, A. (2018). Identification of functional group present in Andrographis paniculata (kalmegh) leaves by FTIR analysis. *IOP*

- Conference Series: Materials Science and Engineering*, 440, 012035. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/440/1/012035>
- Muema, F. W., Liu, Y., Zhang, Y., Chen, G., & Guo, M. (2022). Flavonoids from *Selaginella doederleinii* Hieron and Their Antioxidant and Antiproliferative Activities. *Antioxidants*, 11, 1189. <https://doi.org/10.3390/antiox11061189>
- Nursanto, E. B., Wijaya, R., & Sari, A. P. (2023). Flavonoid Extraction From Papaya (*Carica Papaya* L.) Seed Using Ultrasound – Assisted Extraction Method and Determination of Its SPF Value. *Journal of Emerging Supply Chain, Clean Energy, and Process Engineering*, 2(1), 73–82. <https://doi.org/10.57102/jescee.v2i1.60>
- Oktavia, F. D., & Sutoyo, S. (2021). Skrining fitokimia, kandungan flavonoid total, dan aktivitas antioksidan ekstrak etanol tumbuhan *Selaginella doederleinii*. *Jurnal Kimia Riset*, 6(2), 141–153. <https://doi.org/10.20473/jkr.v6i2.30904>
- Pharmawati, M., & Wrasati, L. P. (2020). Phytochemical screening and FTIR spectroscopy on crude extract from *Enhalus acoroides* leaves. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 24(1), 70–77.
- Prabha, L. R., & Anil, K. (2019). Identification of functional groups in leaf, stem and root extracts of *Andrographis paniculata* by FTIR. *Research Journal of Chemistry and Environment*, 23(12), 106–110.
- Putri, H. N., Budi Nursanto, E., Floresyona, D., Ayoub, M., & Yusouf, M. H. M. (2023). Extraction of Flavonoid Content from Banana Peel (*Musa Paradisiaca* L.) by Ultrasound – Assisted Extraction Method and Its SPF Value. *Journal of Emerging Supply Chain, Clean Energy, and Process Engineering*, 2(2), 179–186. <https://doi.org/10.57102/jescee.v2i2.73>
- Rizkita, A. D., Dewi, S. A., Wibowo, E. A. P., & Maulana, I. (2021). Isolasi dan Identifikasi Saponin dari Ekstrak *Leunca* (*Solanum nigrum* L) Secara Spektrofotometri Infra Merah. *Jurnal Ilmiah Sains*, 21(2), 166–169. <https://doi.org/10.35799/jis.v21i2.34635>
- Sahribulan, & Pagarra, H. (2023). Identifikasi Gugus Fungsi dari Senyawa Metabolit Sekunder Ekstrak Etanol Daun Kayu Jawa *Lannea coromandelica*. *Jurnal Sains Dan Pembelajaran Matematika*, 1(1), 1–4. <https://doi.org/10.51806/jspm.v1i1.17>
- Setyawan, A. D. (2009). Traditionally utilization of *Selaginella*; field research and literature review. *Nusantara Bioscience*, 1(3), 146–158.
- Setyawan, A. D. (2011). Review: Natural products from Genus *Selaginella* (*Selaginellaceae*). *Nusantara Bioscience*, 3(1), 44–58. <https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n030107>
- Setyawan, A. D., & Darusman, L. K. (2008). Biflavonoid compounds of *Selaginella* Pal. Beauv. and its benefit. *Biodiversitas*, 9(1), 64–81. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d090115>
- Sithara, N. V., Komathi, S., & Rajalakshmi, G. (2017). Identification of bioactive compounds using different solvents through FTIR studies and GC-MS analysis. *Journal of Medicinal Plants Studies*, 5(2), 192–194.

- Srividhya, M., Hridya, H., Shanthi, V., & Ramanathan, K. (2017). Bioactive Amento flavone isolated from *Cassia fistula* L. leaves exhibits therapeutic efficacy. *3 Biotech*, *7*, 33. <https://doi.org/10.1007/s13205-017-0599-7>
- Suzeta, A., Prasetyo, W., Nugroho, A., Rachman, R., & Nursanto, E. (2023). Microwave-Assisted Extraction of Phenolic Compound from Soursop Peel (*Annona muricata* L.) and Its Antioxidant Potential and SPF Measurement. In M. Abdillah, S. A. Pradanawati, A. Nugroho, S. Prayogi, & M. I. Marzuki (Eds.), *Proceedings of the International Conference on Sustainable Engineering, Infrastructure and Development, ICO-SEID 2022* (p. 2341569). <https://doi.org/10.4108/eai.23-11-2022.2341569>
- Thummajitsakul, S., & Silprasit, K. (2022). Analysis of FTIR Spectra, Flavonoid Content and Anti-Tyrosinase Activity of Extracts and Lotion from *Garcinia schomburgkiana* by Multivariate Method. *Trends in Sciences*, *19*(18), 5780. <https://doi.org/10.48048/tis.2022.5780>
- Wang, G., Yao, S., Zhang, X. X., & Song, H. (2015). Rapid screening and structural characterization of antioxidants from the extract of *Selaginella doederleinii* Hieron with DPPH-UPLC-Q-TOF/MS method. *International Journal of Analytical Chemistry*, *2015*, 849769. <https://doi.org/10.1155/2015/849769>