Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah *p-ISSN 2656-5021*
Volume 9 Nomor 2 Halaman 277-287 April 2024 *e-ISSN 2657-1579*

ISOLASI SENYAWA DARI DAUN *Sonneratia ovata* Back. DAN KARAKTERISASINYA DENGAN SPEKTROFOTOMETER INFRAMERAH

Maria Dewi Astuti[a], Rodiansono[a], Afiah Misfir[a], Siti Indah Sulistyaningsih[a]

[a]Prodi Kimia FMIPA Universitas Lambung Mangkurat

Email korespondensi: mdastuti@ulm.ac.id

ABSTRAK

Sonneratia ovata Back. merupakan salah satu tumbuhan mangrove, ditemukan banyak tumbuh di Kotabaru, Kalimantan Selatan dan telah digunakan masyarakat sebagai bahan pangan dan dalam pengobatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengkarakterisasi senyawa dari daun S. ovata. Serbuk daun S. ovata Back. diekstraksi dengan metanol. Ekstrak metanol difraksinasi secara fraksinasi cair-cair berturut-turut dengan n-heksana, diklorometana, dan etilasetat. Fraksi diklorometana difraksinasi secara kromatografi kolom dengan eluen n-heksana yang ditingkatkan kepolarannya dengan etil asetat. Isolat FA diuji kemurnian dengan berbagai eluen KLT dan KLT 2-dimensi. Isolat FA dan kristal yang diperoleh dari ekstrak metanol lalu dikarakterisasi dengan spektrofotometer inframerah. Hasil uji kemurnian menunjukkan bahwa isolat FA belum cukup murni. Hasil analisis spektra inframerah isolat FA menunjukkan adanya vibrasi -C-H ulur, -C-H tekuk, C=C, dan =C-H tekuk. Vibrasi-vibrasi tersebut khas untuk senyawa-senyawa non fenolat, diduga terpenoid, steroid atau senyawa hidrokarbon lainnya yang mengandung ikatan rangkap dua. Spektra inframerah kristal menunjukkan adanya vibrasi O-H ulur, C=C aromatis, C-O dan peak-peak yang rapat di daerah sidik jari. Vibrasi-vibrasi tersebut khas untuk senyawa-senyawa aromatis/turunan fenolat.

Kata kunci: *Sonneratia ovata* Back., fraksinasi, isolasi, karakterisasi.

PENDAHULUAN

Kalimantan Selatan berdasarkan data citra satelit (2019-2020) memiliki luas hutan mangrove seluas 67.017,57 ha. Kawasan mangrove ini tersebar di wilayah pesisir dari kabupaten Barito Kuala, Banjar, Tanah Laut, Tanah Bumbu hingga Kotabaru. Kawasan mangrove merupakan tempat tumbuh berbagai jenis tumbuh-tumbuhan mangrove seperti *Sonneratia sp., Avicenna sp., Rhizophora sp., Excocaeia sp., Xylocarpus sp., Bruquira sp., Heretiera sp., Nypah sp.,* dan lain-lain (Baharuddin & Salim, 2020).

Tumbuh-tumbuhan mangrove berperan sebagai sumber bahan pangan dan sumber senyawa-senyawa kimia bermanfaat (Gajula *et al*., 2020). Ekstrak dan senyawa yang diisolasi dari tumbuhan mangrove memiliki khasiat sebagai antidiabetes, antimikroba, antiplasmodium, anti-HIV, antioksidan, antihepatitis, antidiare, larvasida, antikanker, antiinflamasi, antivirus, dan lain-lain (Usman *et al*., 2023; Das *et al*., 2016; Mahmud *et al*., 2018; Gajula *et al.,*2020).

Tumbuhan *Sonneratia ovata* Back. dikenal dengan nama pedada (Indonesia) atau rambai (Banjar), ditemukan banyak tumbuh di daerah pesisir pantai Kotabaru, Kalimantan Selatan. Masyarakat setempat menggunakan buah *S. ovata* Back. sebagai bahan pangan dan menggunakan daunnya untuk pengobatan, seperti sebagai tapal untuk mengobati keseleo dan mengurangi pembengkakan.

Tumbuhan *Sonneratia* merupakan penghasil senyawa-senyawa kimia bermanfaat. Wu *et al.* (2009) telah mengisolasi dan mengidentifikasi senyawa-senyawa fenolat dan terpenoid dari buah *S. caseolaris* dan *S. ovata* yang diambil dari pulau Hainan, Cina, yaitu senyawa nor lignan, yaitu *(-)-(R)-nyasol*, *(-)-(R)-4'-O-methylnyasol* dan senyawa terpenoid, yaitu *maslinic acid*. Senyawa-senyawa tersebut memiliki aktivitas sitotoksik. Ekstrak metanol, etanol, aseton, dan air daun *S. apetala* memiliki aktivitas antioksidan yang kuat dan memiliki efek penghambatan terhadap enzim α-glukosidase serta skrining fitokimia menunjukkan keberadaan alkaloid, tannin, steroid, flavonoid, dan terpenoid pada ekstrak-ekstrak tersebut (Patra *et al*., 2015). Ekstrak metanol, etilasetat, kloroform, dan heksana batang *S. alba* memiliki aktivitas antibakteri (Herawati *et al*., 2009). Penelitian terdahulu telah melaporkan kandungan senyawa fitokimia golongan saponin, tannin, flavonoid, karotenoid, senyawa pereduksi, dan alkaloid yang terdapat pada daun *S. ovata* Back. asal Kotabaru Kalimantan Selatan dan memiliki aktivitas antioksidan yang sangat kuat (Astuti & Rosyidah, 2020; Astuti *et al*., 2023).

Berdasarkan uraian di atas maka menarik untuk diteliti lebih lanjut tentang senyawa-senyawa kimia yang terdapat pada daun *S. ovata* Back. asal Kotabaru, Kalimantan Selatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengkarakterisasi senyawa hasil isolasi atau isolat dengan spektrofotometer inframerah. Daun *S. ovata* diekstraksi dengan metanol, lalu difraksinasi cair-cair berdasarkan kepolaran pelarut, dan dilanjutkan fraksinasi secara Kromatografi Kolom Gravitasi (KKG). Senyawa hasil isolasi atau isolat dikarakterisasi dengan spektrofotometer inframerah.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu blender, peralatan gelas, maserator, corong, kertas saring, chamber, pinggan porselen, pinset, pipa kapiler, pipet tetes, botol vial, spatula, gelas ukur, seperangkat alat Kromatografi Kolom Gravitasi (KKG), *rotary evaporator* Buchi R-11, lampu UV 254 nm dan spektrofotometer FTIR tipe ATR Bruker.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu daun tumbuhan *S. ovata* Back. yang diperoleh dari Kabupaten Kotabaru, Kalimantan Selatan, pelarut-pelarut kualitas teknis yaitu metanol, etil asetat, diklorometana, *n*-heksana, kertas Whatman 42, silika gel 60 Merck (0,063-0,200 mm), dan plat silika gel F254 Merck, dan aluminium foil.

Preparasi Sampel Tumbuhan dan Ekstraksi

Daun tumbuhan pedada (*S. ovata*) dipotong-potong dan dikeringkan lalu dihaluskan dengan blender hingga menjadi serbuk. Serbuk sampel dimasukkan ke dalam bejana maserator lalu dimaserasi dengan metanol. Filtratnya disaring dengan kertas saring Whatman no. 1. Filtrat dipekatkan hingga diperoleh ekstrak metanol. Remaserasi terhadap ampas serbuk daun *S. ovata* Back. dilakukan sebanyak 3 kali.

Isolasi Senyawa

Pada saat pengeringan ekstrak metanol di atas penangas air ditemukan padatan/kristal yang bercampur dengan ekstrak, selanjutnya kristal dipisahkan dan dicuci dengan metanol. Ekstrak metanol dilarutkan dalam metanol lalu dipartisi dengan *n*-heksana. Lapisan *n*-heksana dipisahkan, lalu dipekatkan dengan *rotary vacuum evaporator*. Fraksi metanol sisa dipartisi dengan pelarut berturut-turut yaitu diklorometana dan etil asetat. Fraksinasi cair-cair ini dilakukan berulang kali untuk masing-masing pelarut. Dari proses fraksinasi di atas diperoleh fraksi heksana, fraksi diklorometana, fraksi etilasetat, dan fraksi metanol sisa. Fraksi diklorometana difraksinasi lebih lanjut secara Kromatografi Kolom Gravitasi (KKG) dengan teknik elusi bergradien. Fase diam menggunakan silika gel 60 dan fase gerak menggunakan eluen yang memberikan pemisahan terbaik fraksi diklorometana, yaitu heksana-etilasetat bergradian. Eluat yang diperoleh dipantau dengan KLT. Eluat yang memberikan pola kromatogram KLT (atau Rf) yang sama maka akan dikelompokkan menjadi satu fraksi. Fraksi yang terlihat tunggal pada pola KLT-nya selanjutnya dilakukan uji kemurnian dalam berbagai eluen.

Karakterisasi Senyawa dengan Spektrofotometer Inframerah

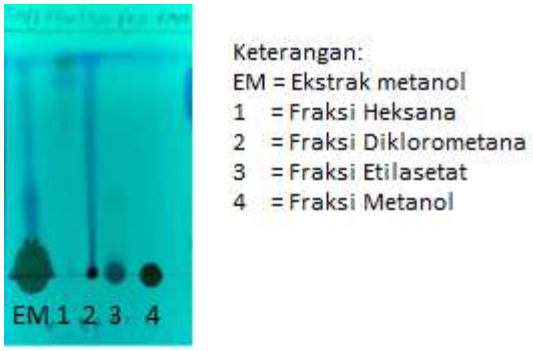
Kristal dan salah satu fraksi yaitu FA dikarakterisasi gugus fungsinya menggunakan spektrofotometer FTIR tipe ATR.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi Senyawa Dari Daun S. ovata Back.

Sampel tumbuhan diperoleh dari Desa Pantai Kecamatan Kelumpang Selatan Kabupaten Kotabaru. Bagian tumbuhan yang digunakan daun tumbuhan *S. ovata* Back. Sampel yang diperoleh dikeringanginkan lalu dihaluskan sehingga menjadi serbuk. Serbuk daun *S. ovata* Back. sebanyak 800 gram dimaserasi dengan metanol berulang kali hingga diperoleh ekstrak metanol sebanyak 47,33 gram. Rendemen proses ekstraksi ini diperoleh sebesar 5,92%. Nilai rendemen ini lebih kecil dibandingkan yang dilaporkan oleh Astuti *et al*. (2023) yang menunjukkan rendemen ekstrak metanol daun *S. ovata* Back. sebesar 10,16%. Perbedaan ini menunjukkan bahwa proses ektraksi yang dilakukan saat ini belum maksimal. Penelitian yang dilakukan oleh Gazali *et al.* (2020) melaporkan bahwa rendemen ekstrak metanol daun *S. alba* yaitu sebesar 6,7%.

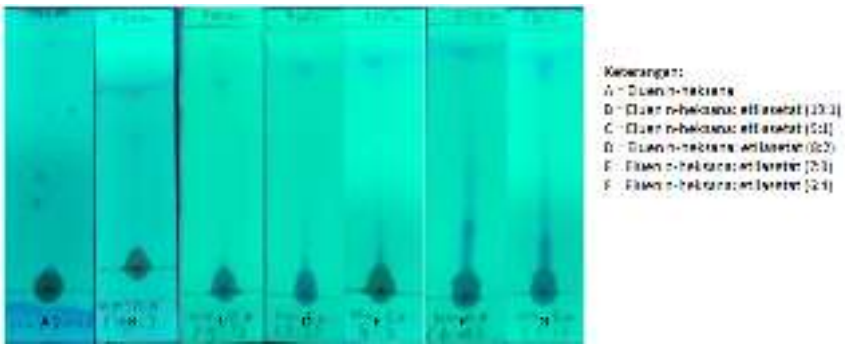
Ekstrak metanol selanjutnya difraksinasi cair-cair. Fraksinasi dilakukan secara bertingkat dengan menggunakan berturut-turut pelarut *n*-heksana, diklorometana, dan etil asetat. Dari proses fraksinasi cair cair ini diperoleh fraksi *n*-heksana, fraksi diklorometana, fraksi etil asetat, dan fraksi metanol. Masing-masing fraksi dikumpulkan dan dipekatkan dengan *rotary vacuum evaporator* dan dilanjutkan dengan pemanasan di atas penangas air, akhirnya diperoleh berat kering, masing-masing fraksi, yaitu fraksi *n*-heksana sebesar 1,19 gram, diklorometana sebesar 6,88 gram, etil asetat sebesar 12,97 gram, dan fraksi metanol sebesar 2,87 gram. Etil asetat merupakan pelarut yang bersifat semipolar sehingga bisa dikatakan senyawa yang bersifat semipolar dalam daun *S. ovata* lebih banyak dibandingkan yang lain. Kromatogram KLT fraksi-fraksi tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Kromatogram KLT ekstrak metanol daun *S. ovata* menggunakan eluen n-heksana: etilasetat (1:1)

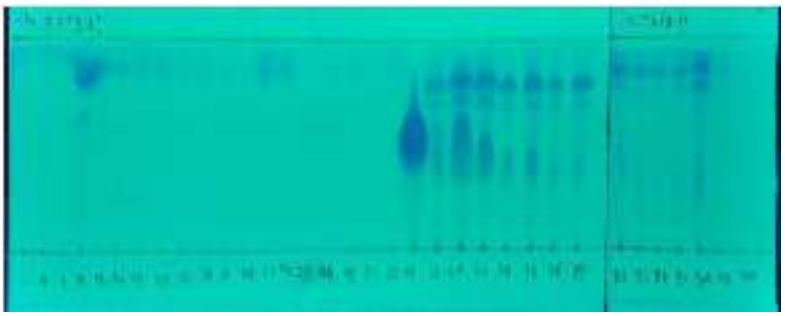
Kromatogram KLT fraksi-fraksi hasil partisi cair-cair menunjukkan pola kromatogram KLT yang berbeda-beda antar fraksi dan berbeda pula jika dibandingkan ekstrak awalnya yaitu ekstrak metanol (Gambar 1). Hal ini memperlihatkan bahwa proses pemisahan yang dilakukan secara bertahap berdasarkan kenaikan polaritas pelarut yang digunakan yaitu dimulai pelarut non polar *n*-heksana, diikuti diklorometana, dan terakhir etilasetat telah berhasil mengelompokkan/memisahkan senyawa-senyawa di dalam ekstrak metanol daun *S. ovata* berdasarkan tingkat kepolarannya.

Fraksi diklorometana selanjutnya difraksinasi secara Kromatografi Kolom Gravitas (KKG) dengan sistem elusi bergradien. Eluen yang digunakan adalah *n*-heksana yang ditingkatkan kepolarannya dengan etilasetat. Profil kromatogram KLT fraksi diklorometana dalam berbagai komposisi eluen campuran *n*-heksana: etilasetat dapat dilihat pada Gambar 2.

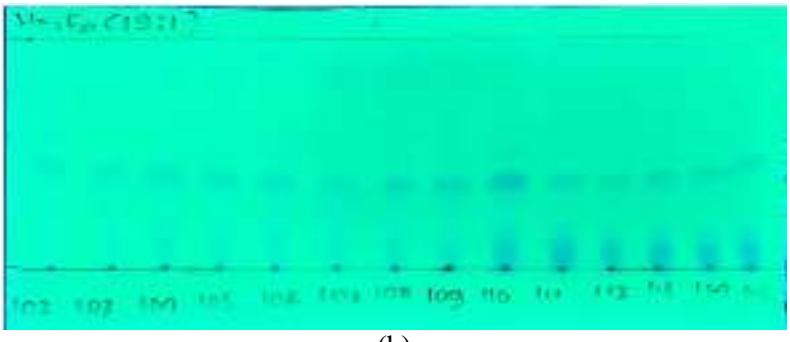


Gambar 2 Kromatogram KLT fraksi diklorometana dalam berbagai komposisi eluen *n*-heksana: etilasetat, dilihat di bawah lampu UV_{254}

Gambar 2 menunjukkan profil senyawa-senyawa dalam fraksi diklorometana, senyawa belum terelusi dalam eluen KLT *n*-heksana tunggal (Gambar 2A), dan sebagian senyawa mulai terelusi saat eluen KLT-nya ditingkat kepolarannya dengan etilasetat, seperti tampak pada kromatogram KLT dengan eluen *n*-heksana: etilasetat (19:1) (Gambar 2B). Semakin meningkat polaritas eluen maka terlihat semakin banyak senyawa yang terelusi tampak di kromatogram KLT (Gambar 2C-2F). Berdasarkan hal tersebut maka fraksinasi fraksi diklorometana dilakukan secara KKG dimulai dengan eluen *n*-heksana tunggal lalu ditingkatkan polaritasnya dengan etilasetat, yaitu *n*-heksana: etilasetat (19:1) dan seterusnya. Kromatogram KLT fraksi-fraksi hasil pemisahan fraksi diklorometana secara KKG (fraksi nomor 1-115) dapat dilihat pada Gambar 3.



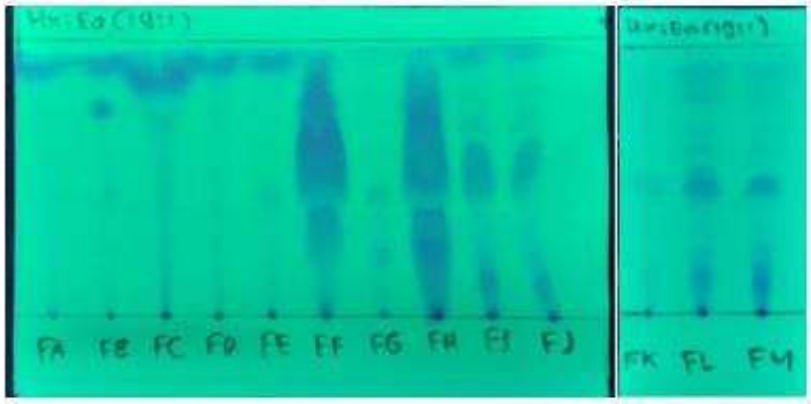
(a)



(b)

Gambar 3 Kromatogram KLT fraksi-fraksi hasil pemisahan fraksi diklorometana menggunakan eluen KLT **(a)** *n*-heksana : etilasetat (9:1) dan **(b)** *n*-heksana : etilasetat (19:1), dilihat di bawah lampu UV_{254}

Berdasarkan pola kromatogram KLT (Rf) yang sama (Gambar 3) maka dilakukan penggabungan fraksi-fraksi hingga menjadi 13 fraksi gabungan, yaitu FA (1-9) sebanyak 28,7 mg, FB (10-12) sebanyak 10,6 mg, FC (13-40) sebanyak 56,9 mg, FD (41-50) sebanyak 16,4 mg, FE (51-56) sebanyak 12 mg, FF (57-58) sebanyak 143,1 mg, FG (59-65) sebanyak 16,5 mg, FH (66-91) sebanyak 108 mg, FI (92-96) sebanyak 10,7 mg, FJ (97-101) sebanyak 10,4 mg, FK (102) sebanyak 3,8 mg, FL (103-108) sebanyak 13,5 mg, dan FM (109-115) sebanyak 26,1 mg. Pola kromatogram KLT fraksi-fraksi gabungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.

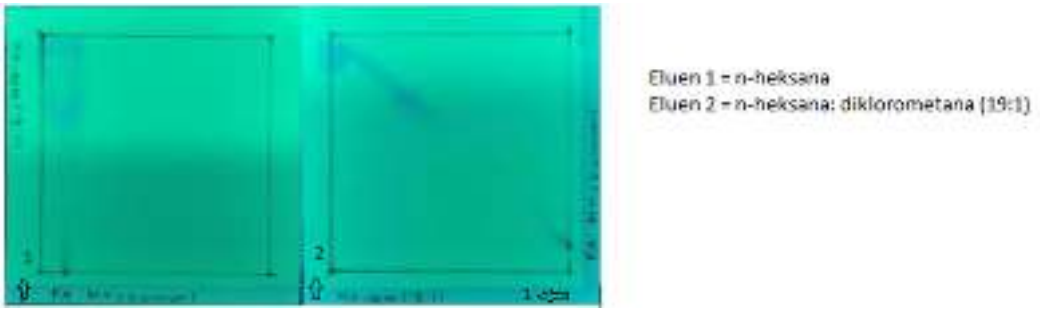


Gambar 4 Kromatogram KLT fraksi-fraksi gabungan hasil fraksinasi fraksi diklorometana menggunakan eluen KLT *n*-heksana : etilasetat (19:1), dilihat di bawah lampu UV_{254}

Gambar 4 menunjukkan bahwa fraksi-fraksi yang diperoleh dari fraksinasi fraksi diklorometana belum terlihat pola kromatogram KLT yang menunjukkan satu noda atau satu senyawa. Berdasarkan hal tersebut maka dapat dilakukan fraksinasi kembali pada fraksi-fraksi tersebut dengan berbagai teknik kromatografi. Dari semua fraksi tersebut (Gambar 4) maka dipilih FA untuk diuji kemurniannya dengan KLT, karena pada FA terlihat hanya terdapat kumpulan noda/senyawa di bagian atas KLT yang sejalan dengan batas perjalanan eluen non polar yaitu *n*-heksana, sedangkan di bagian bawah relatif terlihat bersih. Kromatogram KLT isolat FA dalam berbagai eluen dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5 Kromatogram KLT isolate FA dalam berbagai eluen, dilihat di bawah lampu UV_{254}

Gambar 5 menujukkan hasil uji kemurnian FA menggunakan KLT dalam berbagai eluen. Isolat FA berupa padatan berminyak tak berwarna. Kromatogram KLT FA menunjukkan bahwa dalam eluen yaitu *n*-heksana dan eluen *n*-heksana:etilasetat (19:1), ternyata FA terdiri dari dua noda atau senyawa, walaupun FA dalam kromatogram KLT eluen diklorometana tampak sebagai satu noda besar. Ada kemungkinan kedua noda/senyawa tersebut bertumpuk menjadi satu di dalam KLT eluen diklorometana. Hal ini menunjukkan bahwa FA belum murni. Hal ini diperkuat dengan data kromatogram KLT 2-dimensi yang menunjukkan noda pemisahan yang melebar atau lebih dari satu noda (Gambar 6).



Gambar 6 Kromatogram KLT 2 dimensi FA, dilihat di bawah lampu UV_{254}

Setelah proses pengeringan ekstrak metanol pekat dengan penangas air, pada ekstrak metanol muncul/tumbuh padatan kristal. Kristal-kristal tersebut dikumpulkan dicuci dengan metanol. Fungsi pencucian dengan metanol yaitu untuk melarutkan pengotor yang masih terjebak dalam kristal. Padatan yang diperoleh berupa kristal berwarna putih kecoklatan dengan massa sebanyak 3,64 g (Gambar 7). Kristal yang sudah dicuci selanjutnya diuji kemurniannya dengan KLT dalam berbagai eluen.

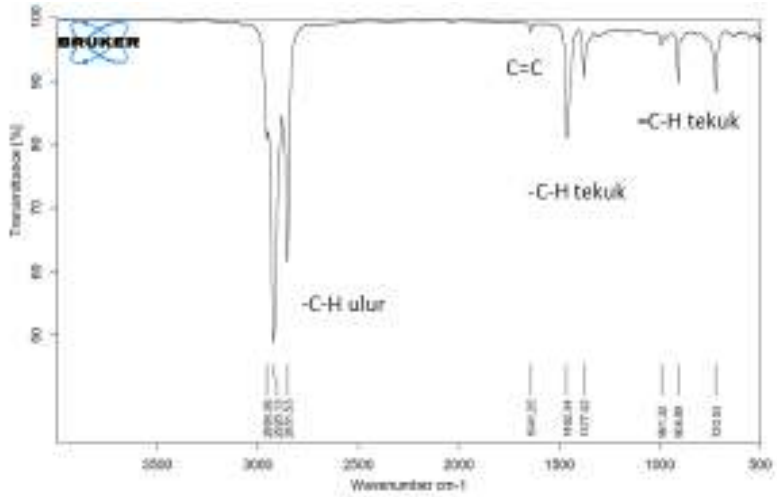
Gambar 7 Padatan/kristal pada ekstrak metanol yang telah dicuci

Gambar 8 Kromatogram KLT kristal, dilihat di bawah lampu UV_{254}

Gambar 8 menunjukkan kromatogram KLT padatan/kristal dari ekstrak metanol daun *S. ovata*. Gambar 8A dan 8B menunjukkan profil KLT yang tidak terlalu jelas dengan eluen *n*-heksana : etil asetat (7:3) dan diklorometana : metanol (8:2), kemungkinan disebabkan oleh kelarutan kristal yang tidak sempurna di dalam pelarut metanol. Gambar 8C menunjukkan kromatogram KLT kristal dengan eluen diklorometana : metanol (1:1) terlihat satu noda walaupun ada kemungkinan masih terdapat noda/senyawa yang sifatnya lebih non polar dibandingkan senyawa/noda yang dimaksud.

Karakterisasi Senyawa Menggunakan Spektrofotometer Inframerah

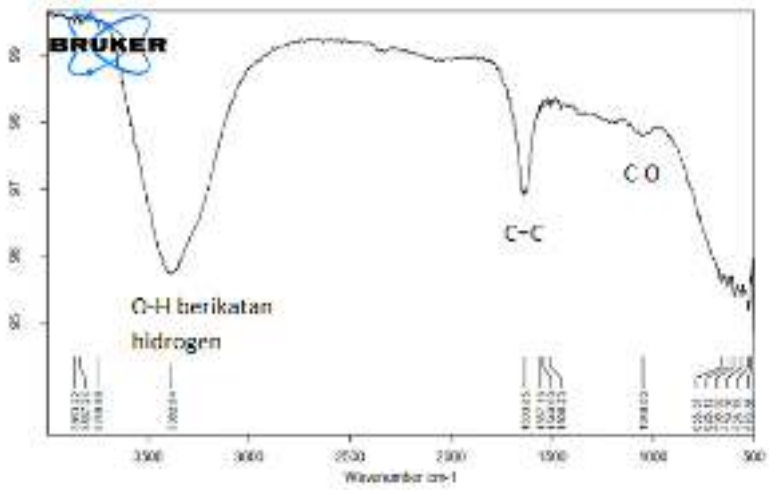
Isolat FA dan padatan/kristal dikarakterisasi gugus fungsinya menggunakan spektrofotometer inframerah (FTIR). Spektra FTIR FA dan kristal dapat dilihat pada Gambar 9 dan Gambar 10.



Gambar 9 Spektra FTIR isolat FA

Hasil analisis spektra inframerah isolat FA (Gambar 9) menunjukkan adanya vibrasi -C-H ulur pada bilangan gelombang 2954,38; 292,13; 2851,53 cm^{-1}, vibrasi C-H tekuk pada 1462,34 dan 1377,02 cm^{-1}, vibrasi C=C pada 1641,62 cm^{-1}, dan =C-H tekuk pada 908,20 dan 720,53 cm^{-1} (Pavia *et al*., 2015). Berdasarkan vibrasi-vibrasi tersebut menunjukkan vibrasi yang khas untuk senyawa-senyawa non fenolat, diduga senyawa golongan terpenoid, steroid atau hidrokarbon lainnya yang memiliki ikatan

rangkap dua. Beberapa senyawa steroid dan triterpen yang memiliki gugus ikaatn rangkap dua yaitu 3-O-palmitoyl-β-sitosterol dan asam 3-O-acetilursolat seperti yang dilaporkan oleh Nguyen *et al*. (2015).



Gambar 10 Spektra FTIR kristal

Gambar 10 menunjukkan bahwa kristal memiliki vibrasi O-H ulur pada bilangan gelombang 3382,84 cm^{-1} dan C=C ulur aromatis pada 1633,85; 1557,16; dan 1540,69 cm^{-1}, vibrasi C-O pada 1048,00 cm^{-1} dan terdapat puncak-puncak yang rapat di daerah sidik jari (Pavia *et al.,* 2015). Vibrasi-vibrasi tersebut khas untuk senyawa aromatis/fenolat. Kristal diduga merupakan turunan fenolat seperti flavonoid, tannin, lignan, cerebroside, dan lain-lain seperti yang telah dilaporkan oleh para peneliti yang telah mengisolasi senyawa dari tumbuhan *S. ovata* dan *S. caseolaris*. Senyawa fenolat turunan flavonoid, yaitu luteolin dan luteolin-7-O-glikosida telah diisolasi dari *S. caseolaris* (Wu *et al*., 2009). Beberapa senyawa fenolat telah diisolasi dari buah *S. ovata* Back, yaitu senyawa nor lignan, seperti (-)-(R)-nyasol, (-)-(R)-4'-O-methylnyasol, dan senyawa fenolat glikosida, seperti hovetrichoside C (Wu *et al*., 2009). Nguyen *et al*. (2015) telah mengisolasi dan mengkarakterisasi senyawa fenolat, kelompok sonnerphenolic, yaitu Sonnerphenolic A, Sonnerphenolic B, dan Sonnerphenolic C, senyawa cerebroside baru yaitu sonnercerebroside, senyawa-senyawa lignan, seperti (7S,8R)-dehydroconiferyl alcohol, lingueresinol, dan (+)-syringaresinol dan turunan fenolat lain seperti (-)-(R)-nyasol dan (-)-rhodolatouchol.

KESIMPULAN

Isolat yang diperoleh dari daun *S. ovata* Back. berupa kristal berwarna putih kecoklatan dan isolat FA berupa padatan berminyak tak berwarna. Karakterisasi senyawa berdasarkan spektrofotometer inframerah diduga isolat FA merupakan senyawa terpenoid, steroid atau hidrokarbon yang mengandung ikatan rangkap dua, sedangkan isolat kristal diduga merupakan turunan senyawa fenolat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat Universitas Lambung Mangkurat (LPPM ULM) yang telah mendukung penelitian ini melalui Program Dosen Wajib Meneliti Tahun 2023 (PDWM 2023) dengan Nomor Kontrak SP DIPA-023.17.2.677518/2023.

DAFTAR PUSTAKA

Astuti, M.D. & K, Rosyidah, 2020. Eksplorasi Potensi Tumbuhan Pedada (*Sonneratia*) Asal Kalimantan Selatan: Fitokimia dan Bioaktivitas. *Laporan Penelitian*. Universitas Lambung Mangkurat.

Astuti, M.D., K. Rosyidah, D. Umaningrum, R. Ardiyanti, H. J. A. Rasyied, & A.P. Azzahra, 2023. The Antioxidant Activity and Total Phenolic Content of *Sonneratia ovata* Back. *Malaysian Journal of Fundamental and Applied Sciences*, 19, p.215-218.

Baharuddin & D. Salim, 2020. Analisis Kekritisan Lahan Mangrove Kalimantan Selatan dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis dalam Rangka Pengelolaan Konservasi Lahan Basah Pesisir. *Jurnal Enggano*, 5(3), p.495-509.

Das, S.K., D. Samantaray, J. K. Patra, L.Samanta & H. Thatoi, 2016. Antidiabetic Potential of Mangrove Plants: A Review. *Frontiers in Life Science* (Vol. 9, No. 1, p. 75-88).

Gajula, H., V. Kumar, P.D. Vijendra, J. Rajashekar, T. Sannabommaji, & G. Basappa, 2020. Secondary metabolites from mangrove plants and their biological activities. *Biotechnological Utilization of Mangrove Resources*, Elsevier, p.117-134.

Gazali, M., Nurjanah., N. Ukhty., M. Nurdin & Zurlat, 2020. Skrining senyawa bioaktif daun perepat *(Sonneratia alba* J. E. Smith) sebagai antioksidan asal pesisir Kuala Bubon Aceh Barat. JPHPI, *23*(2), p.402-411.

Herawati, N., Jalaluddin, N., Daha, L., & Zenta, F, 2009. *Sonneratia alba* sebagai sumber senyawa antibakteri potensial. *Jurnal Akta Kimia Indonesia (Indonesia Chimica Acta)*, *2*(2), p.11-17.

Mahmud, I., N. Shahria, S. Yeasmin, A. Iqbal, E. H. Mukul, S. Gain, J. A. Shilpi, Md. K. Islam, 2018. Ethnomedicinal, phytochemical and pharmacological profile of a mangrove plant *Ceriops Decandra* GriffDin Hou. *Journal of Complementary and Integrative Medicine*, *16*(1), p. 20170129.

Nguyen, T.H.T., H. V.T. Pham, N. K. T Pham, N. D. P. Quach, K. Pudhom, P. E. Hansen, K.P. P. Nguyen, 2015. Chemical Constituents from *Sonneratia ovata* Backer and their in vitro Cytotoxicity and Acetylcholinesterase Inhibitory Activities. *Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters, 25*, p.2366-2371.

Pavia, D.L., G.M. Lampman, G.S. KrizJ.R. Vyvyan, 2015. *Introduction to Spectroscopy*. Wadsworth Cencage Learning.

Patra, J.K., S.K..Das, H. Thatoi, 2015. Phytochemical profiling and bioactivity of a mangrove plant, *Sonneratia apetala*, from Odisha Coast of India. *Chinese Journal of Integrated Medicine, 21*, p.274–285.

Usman, U., Kusumaningtyas,P.,Sukemi,S.,Erwin, E., 2023. An evaluation of the antidiabetic and antimicrobial activity of an ethanolic extract from *Rhizophora mucronata* Leaf. *J. Sains Kes*., *5*(4), p.541-549.

Wu S.B., Y. Wen, X.W. Li, Y. Zhao, Z. Zhao, J. F. Hu, 2009. Chemical constituents from the fruits of *Sonneratia caseolaris* and *Sonneratia ovata* (*Sonneratiaceae*). *Biochemical Systematics and Ecology, 37*, p.1-5