

Isolasi Senyawa Fenolik dari Buah Puntii (*Diploknema oligomera*
H.J.Lam) dengan Analisis FT-IR

Isolation of Phenolic Compounds from Puntii Fruit (Diploknema
oligomera H.J.Lam) by FT-IR Analysis

Widya Lestari¹, Novi Amalia Putri², Muhammad Furqan³

Universitas Ubudiyah Indonesia, Banda Aceh, Indonesia

Koresponding Penulis: widya.lestari@uui.ac.id

Abstrak

Penelitian tentang buah puntii (*Diploknema oligomera* H.J. Lam) telah dilakukan. Hasil skrining fitokimia fenolik ekstrak etanol dengan penambahan FeCl₃ 5% memberikan warna hitam kehijauan menunjukkan bahwa ekstrak etanol *Diploknema oligomera* positif mengandung fenolik. Dari 44,13 gram ekstrak etil asetat isolat *diploknema oligomera* dihasilkan senyawa berupa pasta berwarna kekuningan sebanyak 0,0025 gram dengan eluen n-Heksana: Etil Asetat 80:20 (v v). Hasil analisis dengan Infrared Spectroscopy (FT-IR) menunjukkan hasil isolasi *Diploknema oligomera* merupakan senyawa fenolik, dengan spektrum yang identik menunjukkan adanya kandungan fenol yang diperkuat dengan adanya gugus OH pada pita serapan luas yang ditunjukkan pada bilangan gelombang 3252,12 cm⁻¹ dan 3468,16 cm⁻¹, C-H aromatik pada 723,34 cm⁻¹, C = O karbonil pada 1734,08 cm⁻¹, dan pada pita serapan 1263,43 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus C-O.

Kata kunci: *Diploknema oligomera*, isolasi, skrining, spektroskopi infra merah (FT-IR)

Abstract

Research on puntii fruit (*Diploknema oligomera* H.J. Lam) has been done. Phytochemical Screening results of phenolic ethanol extract with addition of FeCl₃ 5% gave the greenish black color indicated that ethanol extract *Diploknema oligomera* was positive to phenolic. The resulting isolate of 44,13 g of *Diploknema oligomera* is a yellowish, pictorial paste, yielding as much as 0,0025 gram with n-Hexane:Ethyl Acetate eluent 80:20 (v/v). Results of analysis with Infrared

Spectroscopy (FT-IR) showed the results of the *Diploknema oligomera* which is phenolic compounds, with identic spectrum shows the presence of phenol content which is strengthened by the presence of an OH group in the broad absorption band shown in wave numbers 3252.12 cm^{-1} and 3468.16 cm^{-1} , C-H aromatic at 723.34 cm^{-1} , C = O carbonyl at $1734,08\text{ cm}^{-1}$, and in the absorption band 1263.43 cm^{-1} indicated the presence of C-O groups.

Keywords: *Diploknema oligomera*, isolation, screening, Infrared Spectroscopy (FT-IR)

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan kekayaan hayati terbesar yang memiliki lebih dari 30.000 spesies tanaman tingkat tinggi. Hingga saat ini tercatat 7000 spesies tanaman telah diketahui khasiatnya namun kurang dari 300 tanaman yang digunakan sebagai bahan baku industri farmasi secara reguler. WHO pada tahun 2008 mencatat bahwa 68% penduduk dunia masih menggantungkan sistem pengobatan tradisional yang mayoritas melibatkan tumbuhan untuk menyembuhkan penyakit dan lebih dari 80% penduduk dunia menggunakan obat herbal untuk mendukung kesehatan mereka (Saifuddin, dkk., 2011).

Diploknema adalah genus tumbuhan dalam *Sapotaceae* yang digambarkan sebagai genus pada tahun 1884. Beberapa spesies dari genus *Diploknema* banyak ditemukan di hutan-hutan rakyat Aceh. Buah dari genus *Diploknema* memiliki bentuk dan rasa yang hampir mirip satu sama lain. *Diploknema* sendiri berasal dari Asia Tenggara, Himalaya, dan China barat daya. spesies (1) *Diploknema butyracea* (Roxb.) H.J.Lam-Uttarakhand, Nepal, Sikkim, Bhutan, Assam, Tibet, Kepulauan Andaman (2) *Diploknema butyraceoides* (M.B.Scott) H.J.Lam-Uttarakhand, Nepal, Sikkim, Bhutan, Assam, Myanmar (3) *Diploknema oligomera* H.J.Lam- Maluku, Aceh (4) *Diploknema ramiflora* (Merr.) H.J.Lam-Luzon (5) *Diploknema sebifera* Pierre-Semenanjung Malaysia, Borneo (6) *Diploknema siamensis* Fletcher-selatan Thailand (7) *Diploknema yunnanensis* D.D.Tao, Z.H.Yang & Q.T.Zhang–Yunnan (Febriyantje, V. 2014).

Pada genus yang sama, terdapat genus *Diploknema butyraceae* atau disebut juga dengan tanaman Chyuri yang berasal dari Nepal. Berbagai bagian tanaman Chyuri dimanfaatkan oleh beberapa etnik di Nepal untuk pengobatan, dan keperluan lainnya. Lemak bijinya dioleskan untuk sakit kepala, rematik, bisul, dan jerawat. Tanaman chyuri juga digunakan sebagai pelembab untuk tangan dan kaki pecah-pecah saat musim dingin. Getah dari tanaman chyuri juga digunakan untuk pengobatan gangguan pencernaan, asma, rematik dan bisul dan juga sebagai anthelmintik. Buahnya juga dikonsumsi dan dijadikan sebagai sirup manis (Manandhar NP, *et al.*, 2002; Adhikari Mk, 2007; Devkota, 2012).

Studi fitokimia sebelumnya telah mengisolasi butyraceol (Mishra G, *et al.*, 1991), MI-saponin A, 16 α -hydroxy MI-saponin A, butyrosides A, B (Nigam, *et al.*, 1992) C, D, (Li X, *et al.*, 1994) dari biji *Diploknema butyraceae*. Demikian pula α -Spinasterol, β -sitosterol glucoside, α -amyrin acetate, β -amyrin acetate dan 3 β -palmitoxy-olea-12en-28-ol diisolasi dari kulit kayu dan daging buah (Awasthi YC, *et al.*, 1968). Flavonoid, Karcetin dan dihydro-karcetin diisolasi dari biji dan cangkangnya (Awasthi YC, *et al.*, 1962) dan kuarcetin, kuarcetin-3-O-rhamnoside, myricetin dan myrecetin-3-O-rhamnoside dari bunga (Khetwal KS, 1986; Devkota 2012).

Skrining fitokimia merupakan tahap pendahuluan dalam melakukan penelitian fitokimia (Kristanti, A. N, dkk., 2008). Pada penelitian ini digunakan buah pundi (*Diploknema oligomera* H.J. Lam), sebagai bahan utama. Berdasarkan hasil skrining fitokimia yang dilakukan terhadap ekstrak etanol buah pundi (*Diploknema oligomera* H.J. Lam) menunjukkan hasil positif pada senyawa Tanin, saponin, terpenoid, flavonoid, dan fenolik.

Polifenol merupakan metabolit sekunder yang terdapat pada tanaman dengan cincin aromatik yang mengandung satu atau lebih gugus hidroksil atau metoksi. Sejumlah besar senyawa fenolik telah ditemukan berpotensi pada aktivitas biologi yang bermanfaat, termasuk antioksidan, anti-inflamasi, antimutagenik, dan antikanker (Manach, *et al.*, 2004; Dai, *et al.*, 2017). Penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa mengonsumsi makanan kaya senyawa fenolik akan menurunkan resiko

berbagai macam penyakit kronis, termasuk penyakit kardiovaskular dan neurodegeneratif, kanker tertentu, diabetes tipe II, dan osteoporosis (Manach, *et al.*, 2004; Zhu, 2015). Oleh karena itu, senyawa fenolik telah menarik perhatian besar untuk penggunaan yang potensial dalam makanan dan produk lainnya untuk meningkatkan kesehatan.

Analisis dengan Spektroskopi IR (FT-IR) merupakan analisis yang dilengkapi dengan transformasi fourier untuk deteksi dan analisis hasil spektrumnya (Anam, dkk., 2007). Spektroskopi inframerah juga berguna untuk identifikasi senyawa organik karena spektrumnya yang sangat kompleks yang terdiri dari banyak puncak-puncak (Chusnul, 2011). Berdasarkan latar belakang diatas akan dilakukan penelitian untuk mengisolasi senyawa fenolik dari tanaman buah pundi (*Diploknema oligomera* H.J.Lam) dengan analisis spektroskopi *Infra red* (FT-IR).

METODE PENELITIAN

Jenis Penelitian dan Bahan yang digunakan

Penelitian ini merupakan rangkaian eksperimental, untuk mengisolasi senyawa fenolik pada tumbuhan buah pundi (*Diploknema oligomera* H.J.Lam) dengan menggunakan Spektroskopi FT-IR.

Simplisia yang digunakan yaitu buah pundi (*Diploknema oligomera* H.J.Lam) yang diperoleh dari lingkungan atau hutan di Aceh Besar, Aceh.

Ekstraksi Sampel

Ekstraksi buah pundi (*Diploknema oligomera* H.J.Lam) dilakukan secara maserasi bertingkat yang menggunakan 3 jenis pelarut dengan tingkat kepolaran yang berbeda, yaitu n-heksan (non polar), etil asetat (semi polar) dan etanol 96% (polar). Sebanyak 350 gr serbuk buah pundi dimasukkan dalam wadah tertutup 6 L n-heksan selama 3 hari, kemudian disaring menghasilkan ekstrak n-heksan dan ampas. Ampas kemudian direndam lagi dengan perlakuan sama menggunakan pelarut etil asetat, kemudian disaring menghasilkan filtrat etil asetat dan ampas. Ampas kemudian direndam kembali dengan perlakuan yang sama dengan menggunakan pelarut etanol 96%, kemudian disaring menghasilkan filtrat etanol 96% dan ampas. kemudian masing-masing jenis filtrat tersebut dipekatkan dengan rotary evaporator pada suhu

60 °C, waktu evaporasi selama \pm 3 jam. Setelah evaporasi ekstrak ditimbang untuk mengetahui randemen ekstrak

Isolasi Senyawa Fenolik

Untuk mengisolasi ekstrak buah pundi (*Diploknema Oligomera* H.J.Lam) digunakan kromatografi kolom gravitasi (KKG). Fase diam yang digunakan adalah silika G-60. Eluen yang digunakan adalah n-heksan:etil asetat dengan variasi pelarut landai dengan rasio (90:10)v/v; (80:20)v/v; (70:30) v/v; (60:40) v/v; (50:50) v/v; (40:60) v/v; (30:70) v/v; (20:80) v/v; (10:90) v/v, kemudian eluen yang menetes ditampung menjadi fraksi-fraksi. Setiap fraksi dilakukan analisis KLT. Fraksi yang menghasilkan noda tunggal dengan Rf yang sama dikumpulkan jadi satu. Senyawa hasil isolasi diuji kemurniannya menggunakan kromatografi lapis tipis preparatif dan diidentifikasi menggunakan FT-IR.

Uji Kemurnian Isolat dan Identifikasi Isolat

Isolat di uji kemurnian dengan menggunakan plat KLT preparatif dengan rasio variasi eluen n-Heksana : etil asetat (80:20) v/v. Selanjutnya Isolat dianalisis menggunakan Spektroskopi FT-IR dilakukan di laboratorium FMIPA Kimia Universitas Syiah Kuala, Banda Aceh, Aceh

HASIL DAN PEMBAHASAN

Skrinning Fitokimia Buah Pundi (*Diploknema oligomera* H.J.Lam)

Sebanyak 10 g sampel simplisia buah pundi yang dilarutkan dalam pelarut etanol dilakukan skrinning fitokimia. Hasil skrinning fitokimia buah pundi dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 3.1 Hasil skrinning fitokimia ekstrak etanol buah pundi
(*Diploknema oligomera* H.J.Lam)

No	Kandungan Metabolit Sekunder	Hasil Uji
1	Flavonoid	+
2	Terpenoid	+
3	Steroid	-
4	Saponin	+

5	Tanin		+
6	Fenolik		+
		Mayer	-
7	Alkaloid	Wagner	-
		Dragendorf	-

Ekstraksi Buah Punt

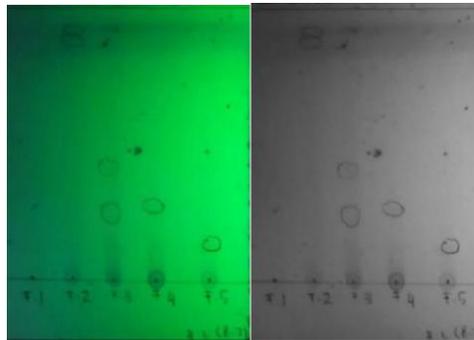
Ekstraksi senyawa metabolit sekunder buah punt dilakukan secara bertahap. Proses maserasi buah punt dilakukan dengan proses perendaman (maserasi) selama 3 x 24 jam menggunakan pelarut n-heksana agar semua komponen senyawa yang bersifat non polar dapat terekstrak. Perendaman residu dilakukan sampai diperoleh filtrat jernih dan residu. Filtrat n-heksana dipekatkan dengan penguapan menggunakan rotary evaporator sehingga diperoleh ekstrak n-heksana dengan bobot 15 gram. Selanjutnya residu dilakukan perendaman lagi selama 3 x 24 jam menggunakan pelarut etil asetat. Perendaman residu dilakukan sampai diperoleh filtrat jernih dan residu. Filtrat etil asetat dipekatkan dengan penguapan menggunakan rotary evaporator sehingga diperoleh ekstrak etil asetat dengan bobot 8 gram. Residu yang diperoleh kemudian direndam lagi selama 3 x 24 jam menggunakan pelarut etanol 96% untuk menarik semua komponen senyawa yang bersifat polar. Perendaman residu dilakukan sampai diperoleh filtrat jernih dan residu. Filtrat etanol dipekatkan dengan penguapan menggunakan rotary evaporator sehingga diperoleh ekstrak etanol dengan bobot 44,13 gram.

Isolasi Senyawa Fenolik

Komponen senyawa Fenolik pada ekstrak dipisahkan dengan kromatografi kolom menggunakan fase diam silika gel 60 mesh dan fase gerak n-heksana : etil asetat secara gradien elusi dengan perbandingan eluen n-heksana (100mL), n-heksana : etil asetat (90:10), n-heksana : etil asetat (80:20), n-heksana : etil asetat (70:30), n-heksana : etil asetat (60:40), n-heksana : etil asetat (50:50), n-heksana : etil asetat (40:60), n-heksana : etil asetat (30:70), n-heksana : etil asetat (20:80), n-heksana : etil asetat (10:90), dan etil asetat (100mL). Fraksi-fraksi yang diperoleh dianalisis

dengan Kromatografi Lapis Tipis (KLT) untuk melihat pola noda dari masing-masing fraksi pada plat KLT menggunakan eluen *n*-heksana : etil asetat (8:2). Jumlah tabung atau fraksi keseluruhan diperoleh sebanyak 117 tabung/fraksi, sehingga fraksi yang mempunyai kromatogram yang sama digabung dan diperoleh 5 (Lima) fraksi gabungan.

Fraksi 1 (F.1) mempunyai bobot 0,05 gram, Fraksi 2 (F.2) mempunyai bobot 1,149 gram, Fraksi 3 (F.3) mempunyai bobot 0,205 gram, Fraksi 4 (F.4) mempunyai bobot 0,574 gram dan Fraksi 5 (F.5) mempunyai bobot 3,656 gram. Selain itu kandungan metabolit sekunder dari setiap fraksi menghasilkan senyawa yang sama yaitu terpenoid, namun pada fraksi 4 (F.4) dan fraksi 5 (F.5) terdapat senyawa fenolik. Adapun kromatogram dari fraksi gabungan dapat dilihat pada Gambar 4.2 dibawah.



Gambar 3.1 Kromatogram Fraksi Gabungan Ekstrak Etil Asetat Buah Pundi dengan Lampu UV pada λ (315-280 nm)

Berdasarkan penggabungan fraksi-fraksi di atas, maka dari identifikasi senyawa fenol yang di uji dengan FeCl_3 bahwa fraksi yang menandakan adanya senyawa fenolik yaitu fraksi 4 (F.4). Selanjutnya fraksi tersebut dimurnikan menggunakan KLTP (Kromatografi Lapis Tipis Preparatif) dengan perbandingan eluen *n*-heksana : etil asetat (80:20).

No	Spektrum FT-IR Sampel	Panjang Gelombang	Interpretasi gugus fungsi	Bentuk peak
1	723,34 cm ⁻¹	950-690 cm ⁻¹	C-H Aromatik (bending)	Tajam (w)
2	1263,43 cm ⁻¹	1300-1000cm ⁻¹	C-O (fenolik,alcohol,ester)	Lancip (w)
3	1458,25 cm ⁻¹	1600-1450 cm ⁻¹	C-H alkane	Tajam (m)
4	1734,08 cm ⁻¹	1760-1690 cm ⁻¹	C=O karbonil	Lancip (s)
5	2738,07 cm ⁻¹	2900-2700 cm ⁻¹	C-Haldehid (stretching)	Lancip (w)
6	2863,45 cm ⁻¹		C-H alifatik (bending)	Lancip (w)
7	2952,18 cm ⁻¹	2960-2850cm ⁻¹		Lancip (w)
8	3252,12 cm ⁻¹	3600-3200cm ⁻¹	O-H (alkohol,fenol)	Lancip (w)
9	3468,16 cm ⁻¹			Melebar (strong broad)

Pembahasan

Skrinning Fitokimia Buah Puntii (*Diploknema oligomera* H.J.Lam)

Hasil Skrinning Fitokimia ekstrak etanol buah puntii dilakukan dengan menggunakan reagen Bouchardat, Meyer, dan Dragondrof tidak menunjukkan perubahan warna yang menandakan hasil negatif untuk alkaloid. Ekstrak etanol buah puntii mengandung saponin ditandai dengan munculnya busa ketika ekstrak dikocok dengan air suling. Ketika mengidentifikasi terpenoid menggunakan CeSO₄ maka menghasilkan warna merah muda pada plat KLT yang menindikasikan positif terhadap terpenoid. Selanjutnya berdasarkan hasil tes senyawa fenolik ekstrak etanol

buah pundi dengan menambahkan FeCl_3 menghasilkan warna hijau kehitaman yang menandakan ekstrak positif mengandung senyawa fenolik.

Isolasi Senyawa Fenolik buah pundi

Pemilihan pelarut yang baik digunakan untuk mengetahui eluent yang cocok untuk mengisolasi senyawa fenolik dari buah pundi. Komponen senyawa Fenolik pada ekstrak dipisahkan dengan kromatografi kolom menggunakan fase diam silika gel 60 mesh dan fase gerak *n*-heksana : etil asetat secara gradien elusi dengan perbandingan eluen *n*-heksana (100mL), *n*-heksana : etil asetat (90:10), *n*-heksana : etil asetat (80:20), *n*-heksana : etil asetat (70:30), *n*-heksana : etil asetat (60:40), *n*-heksana : etil asetat (50:50), *n*-heksana : etil asetat (40:60), *n*-heksana : etil asetat (30:70), *n*-heksana : etil asetat (20:80), *n*-heksana : etil asetat (10:90), dan etil asetat (100mL). Fraksi-fraksi yang diperoleh dari keseluruhan sebanyak 117 tabung/fraksi, sehingga fraksi yang mempunyai kromatogram yang sama digabung dan diperoleh 5 (Lima) fraksi gabungan.

Fraksi 1 (F.1) mempunyai bobot 0,05 gram, Fraksi 2 (F.2) mempunyai bobot 1,149 gram, Fraksi 3 (F.3) mempunyai bobot 0,205 gram, Fraksi 4 (F.4) mempunyai bobot 0,574 gram dan Fraksi 5 (F.5) mempunyai bobot 3,656 gram. Selain itu kandungan metabolit sekunder dari setiap fraksi menghasilkan senyawa yang sama yaitu terpenoid, namun pada fraksi 4 (F.4) dan fraksi 5 (F.5) mengandung senyawa fenolik. Fraksi (F.4) dipilih dan selanjutnya dimurnikan menggunakan KLTP (Kromatografi Lapis Tipis Preparatif) dengan perbandingan eluen *n*-heksana : etil asetat (80:20). Senyawa murni diperoleh memiliki bobot 0,0025 gram dengan bentuk pasta kekuningan. Hasil isolasi diatas merupakan hasil isolasi dan identifikasi dari senyawa turunan asam galat yang merupakan senyawa fenolik sederhana yang didapat berupa pasta berwarna kuning seperti yang dikemukakan Anchana *et al.* (2005).

Berdasarkan data spektrum FTIR fraksi 4 (F.4) etil asetat menunjukkan adanya kandungan fenol yang diperkuat dengan adanya gugus OH pada serapan pita yang melebar yang ditunjukkan pada bilangan gelombang $3252,12 \text{ cm}^{-1}$ dan $3468,16 \text{ cm}^{-1}$. Pada bilangan gelombang $2952,18 \text{ cm}^{-1}$ dan $2863,45 \text{ cm}^{-1}$ dengan bentuk pita

yang lancip menunjukkan adanya gugus CH berupa alifatik, sedangkan pada bilangan gelombang $2738,07\text{ cm}^{-1}$, menunjukkan adanya senyawa C-H aldehyd (stretching). Terdapat pula gugus alkena C=O karbonil dengan serapan pita yang lancip pada bilangan gelombang $1734,08\text{ cm}^{-1}$, selain itu terdapat gugus C-H alkana dengan serapan pita yang tajam ditunjukkan pada bilangan gelombang $1458,25\text{ cm}^{-1}$. Pada bilangan gelombang $1263,43\text{ cm}^{-1}$, menunjukkan adanya senyawa C-O (fenolik, alcohol, ester) dan gugus aromatik berupa C-H bending menunjukkan adanya serapan pada pita yang tajam dengan bilangan gelombang pada $723,34\text{ cm}^{-1}$.

Menurut Abbas Ouissam *et. al* (2017) sebagai literatur pembandingan, interaksi deformasi O-H dan getaran regangan C-O fenol dapat menghadirkan pita di sekitar daerah spektrum $1390-1330\text{ cm}^{-1}$ dan $1260-1180\text{ cm}^{-1}$. Pita fenol lainnya juga muncul antara 1382 dan 1317 cm^{-1} , sesuai dengan deformasi C-O-H. Su *et al.* (2007) melaporkan getaran deformasi gugus C-H di daerah spektrum $1290-1000\text{ cm}^{-1}$ dan getaran deformasi OH muncul dalam kisaran $1410-1260\text{ cm}^{-1}$ (Schulz & Baranska, 2007).

Wilayah spektral $900-700\text{ cm}^{-1}$ dikaitkan dengan getaran deformasi di luar bidang dari gugus C-H. Wilayah ini penting karena membantu dalam menentukan jenis substitusi aromatik. Keberadaan pita serapan di sub-wilayah tertentu bergantung pada jumlah atom hidrogen yang berdekatan. Wilayah serapan yang luas muncul sekitar 720 cm^{-1} karena deformasi gugus hidroksil. Di sisi lain, gugus metoksi juga dapat hadir di beberapa asam fenolik dan beberapa flavonoid. Di antara posisi dan jumlah substitusi cincin aromatik oleh gugus hidroksil dengan adanya (atau tidak adanya) gugus tertentu sebagai gugus fungsi metoksi (-O-CH₃). Dalam literatur (Świslocka *et. al*, 2013), getaran regangan aril (asam hidroksibenzoat) dan/atau α , β -tak jenuh (asam hidroksinamatika) struktur asam karboksilat (C = O) menunjukkan getaran regangan pada wilayah $1715-1680\text{ cm}^{-1}$.

KESIMPULAN

1. Hasil isolasi senyawa fenolik diperoleh senyawa murni diperoleh dengan bobot 0,0025 gram dengan bentuk pasta kekuningan.
2. Analisis data FTIR pada fraksi 4 ekstrak etil asetat buah pundi menunjukkan adanya kandungan fenol yang diperkuat dengan adanya gugus OH pada serapan pita yang melebar yang ditunjukkan pada bilangan gelombang $3252,12\text{ cm}^{-1}$ dan $3468,16\text{ cm}^{-1}$, C-H aromatic pada $723,34\text{ cm}^{-1}$, C=O karbonil pada $1734,08\text{ cm}^{-1}$, dan pada pita serapan $1263,43\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya senyawa C-O.

SARAN

1. Dengan hasil yang diperoleh dari penelitian ini, maka disarankan untuk peneliti selanjutnya untuk dapat analisis GC-MS dan NMR untuk melihat komponen-komponen senyawa pada ekstrak buah pundi serta memperoleh struktur senyawa baru.
2. Bisa melanjutkan untuk laporan bioassay seperti pengujian antibakteri, antioksidan, antiinflamasi, antikanker dan sebagainya.

DAFTAR PUSTAKA

- Adhikari MK, Shakya DM, Kayastha M, Baral SR, Subedi. MN. (2007). *Bullentin of Department of Plant Resources No. 28. Medicinal Plant of Nepal (revised). Department of Plant Resources, Kathmandu, p. 112.*
- Anam, Choirul. Sirojudin, K, Sofjan Firdausi. (2007). Analisis Gugus Fungsi Pada Sampel Uji, Bensin Dan Spiritus Menggunakan Metode Spektroskopi FT-IR. Berkala Fisika. Vol 10 no.1. Hal. 79 – 85.
- Awasthi YC, Mitra CR. (1968). *Madhuca butyracea. Constituents of the fruit pulp and the bark. Phytochemistry 7. Hal.637-640.*
- Awasthi YC, Mitra CR. (1962). *Flavonoidsof Madhuca butyracea nut shell. J Org Chem 27. Hal. 2636-2637.*
- Banerji R, Mishra G, Nigam SK. (1985). *Butyric acid, a new sapogenin from Madhuca butyraceae. Planta Med 51. Hal.280-281.*

- Chanwitheesuk A, Aphiwat Teerawutgulrag, Jeremy D Kilburn, Nuansri Rakariyatham, 2005. Antimicrobial gallic acid from *Caesalpinia mimosoides* Lamk. *Food Chemistry* 100. 1044–1048.
- Chusnul, (2011). Spektroskopi IR. www. Scribd.com diakses tanggal 08 Juli 2020.
- Devkota, *et al.*, (2012). *Studies on Medicinal Plant Resources of the Himalayas: GC-MC Analysis of Seed Fat of Chyuri (Diploknema butyracea) from Nepal. Pharmacognocny Journal.* Vol.4. Issue 27. Hal. 42
- Febriyantie, Vania. (2014). STUDI KEKERABATAN FENETIK BEBERAPA JENIS TANAMAN SAWO *Pouteria (Sapotaceae)* MENGGUNAKAN METODE RAPD. Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu mm
- H. Schulz, M. Baranska, Vib. *Spectrosc.*, 43 (2007) 13-25.
- J. Wiley & Sons, Chichester, 1997.
- Khetwal KS, Verma DL. (1986). *Flavonoids from the flowers of Diploknema butyracea. Fitoterapia*57. Hal.128
- Kristanti Alfinda N, *et al.*, (2008). Buku Ajar Fitokimia. *Airlangga University Press.* Surabaya.
- Leopoldini, M., Russo, N., & Toscano, M. (2011). *The molecular basis of working mechanism of natural polyphenolic antioxidants. Food chemistry*,125(2), Hal. 288-306.
- Li X, Liu Y, Wang D, Yang C, Nigam SK, Mishra G. (1994). *Terpenoid saponins from madhuca butyracea. Phytochemistry* 37. Hal. 827-829.
- Manach, C, Augustin Scalbert, Cristine Morand, Cristian Remesy. (2004). *Polyphenol: food sources and bioavaibility. American journal of Clinical Nutrition.* 79 (5), 727-747.
- Manandhar NP. *Plants and People Of Nepal.* (2002). *Timber Press, Inc* p. 205.
- Mishra G, Benerji R, Nigam SK. (1991). *Butyraceol, a triterpenoidal sapogenin from Madhuca butyracea. Phytochemistry* 30: Hal.2087-2088.
- Nigam SK, Li X, Wang D, Mishra G, Yang C. (1993). *Triterpenoidal saponins from Madhuca Butyracea. Phytochemistry* 31 Hal. 3169-3172.

- Ouissam Abbas, G´eraldine Comp`ere, Yvan Larondelle, Darly Pompeu, Herv´e Rogez, Vincent Baeten, (2017). Phenolic compound explorer: a mid-infrared spectroscopydatabase, *Vibrational Spectroscopy* <http://dx.doi.org/10.1016/j.vibspec.2017.05.008>
- R. Świsłocka, E. Regulska, M. Samsonowicz, W. Lewandowski, J. Mol. Struct., 1044 (2013) 181-187.
- Zhu, F. (2015). Intractions between starch and phenolic coumpound. *Trends in Food Science & Te`Xchnology*, 43 (2), Hal. 129-143.