

**ISOLASI ASAM-3-ASETIL-12-URSANEN-28-OAT DARI TALUS LICHEN *USNEADASYPOGA* (ACH.) NYL.****Sri Winiati<sup>1</sup>, Wahyudi Priyono Suwarso<sup>2</sup>, Herry Cahyana<sup>2</sup>,  
& M. Hanafi<sup>3</sup>**<sup>1</sup>Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Jakarta, Jakarta<sup>2</sup>Dept Kimia, FMIPA, Universitas Indonesia, Depok 16424<sup>3</sup>) Puslit Kimia, LIPI, Puspitek Serpong**ABSTRACT**

Thallus lichen *Usnea dasyptoga* (Ach.) Nyl are collected from pinus forest Malino, South Sulawesi. Isolation conducted by maserationed used acetone as eluen. Resulted compound are separated over fast coloumn chromathography used mixed eluent of *n*-hexane and ethyl acetate through gradient technique, Purity conducted until crystal developed and than measured structure elucidated by used spectroscophycal data : UV, IR, MS and NMR. From the extract thallus can be isolated 3-acetyl-12-ursanen-28-oic-acid (C<sub>32</sub>H<sub>50</sub>O<sub>4</sub>).

**Keywords :** *U. dasyptoga* (Ach.) Nyl., acetone, 3-acetyl-12-ursanen-28-oic-acid (C<sub>32</sub>H<sub>50</sub>O<sub>4</sub>).

**PENDAHULUAN.**

Tumbuhan lichen (lumut kerak) adalah tumbuhan unik, karena merupakan persekutuan (*simbiosis*) antara cendawan atau jamur (*fungi*) dan ganggang (*algae*). Lichen termasuk tumbuhan suku rendah, sebab tidak mempunyai kelengkapan seperti tumbuhan suku tinggi, seperti akar, batang, daun. Batang tubuh lichen disebut talus.

Tumbuhan lichen merupakan persekutuan (*simbiosis*) antara cendawan atau jamur (*fungi*) dan ganggang (*algae*). Kebanyakan cendawan - cendawan tertentu bersimbiosis dengan ganggang tertentu pula. Talus lichen baru dapat terbentuk, jika cendawan tertentu bertemu dengan jenis ganggang yang tepat. Jenis ganggang yang berbeda akan menghasilkan jenis lichen yang berbeda pula. Jadi jenis lichen tergantung pada tipe cara hidup bersama antara kedua macam organisme yang menyusunnya.

Kebanyakan lichen berkembang biak secara *vegetatif*, yaitu: bila sebagian talus terpisah, talus tersebut dapat tumbuh menjadi individu baru. Pada beberapa jenis lichen, pembiakan dapat berlangsung dengan

perantaraan *soredium*, yaitu kelompok sel-sel kecil ganggang yang sedang membelah dan diselubungi benang-benang *miselium*, kemudian menjadi suatu badan yang dapat terlepas dari induknya. Dengan robeknya dinding talus *soredium*, selanjutnya spora-spora tersebar seperti debu yang ditiup angin. Spora-spora tersebut dapat tumbuh di tempat lain dan menjadi tumbuhan lichen baru.

Pada talus lichen, cendawan dapat membentuk batang tubuh. Hal tersebut terjadi berdasarkan jenis cendawannya, dapat berupa *apotesium* atau *peritesium*. Tubuh buah baru terbentuk setelah mengadakan pertumbuhan *vegetatif* selama bertahun-tahun. Spora yang dilepaskan di tempat baru dapat berkembang menjadi lichen baru, jika menjumpai jenis ganggang yang tepat, yaitu sama dengan jenis ganggang pada talus induknya. Berdasarkan cendawan penyusunnya, lichen dapat diklasifikasikan menjadi dua kelas, yaitu: kelas *ascolichenes* dan kelas *basidiolichenes*.

Lichen hidup sebagai *epifit* pada pohon-pohonan, dapat juga hidup di atas tanah, terutama di daerah tundra di Kutub Utara. Ada pula yang hidup di atas batu pada bagian pinggirnya. Tempat hidup lichen tidak terikat pada tingginya tempat di atas permukaan laut, lichen dapat dijumpai dari tepi pantai sampai di atas gunung. Lichen tergolong dalam tumbuhan perintis, karena dapat hidup di tempat-tempat yang masih belum dapat dihuni makhluk hidup lain. Lichen dapat tumbuh di daerah gersang dan secara berangsur-angsur mengubah lingkungan tempat tersebut, sehingga dapat dihuni oleh makhluk hidup lain.

Lichen tidak memerlukan syarat-syarat hidup yang tinggi dan tahan kekurangan air dalam waktu lama. Karena panas yang terik, lichen yang hidup pada batu-batuan dan menjadi kering, tetapi tidak mati, jika turun hujan lichen dapat hidup kembali. Pertumbuhan talusnya sangat lambat, dalam waktu satu tahun pertumbuhannya kurang dari 1 cm.

**Penggolongan Lichen Berdasarkan Bentuk Talus.** Berdasarkan bentuk talusnya, lichen dibagi dalam 3 kelompok, yaitu lichen *Crustosa*, contoh: lichen genus *Lepraria lecora* yang terdapat pada kulit batang pohon, di atas batu atau tanah, lichen *Foliosa*, contoh: lichen genus *Cetraria*,

*Parmelia*, *Peltigera* dan lichen *Frutikosa*, contoh: lichen genus *Usnea sp*(gambar 1) dan *Cladnia sp*.

**Tumbuhan Lichen *U. dasympoga* (Ach.) Nyl.**, termasuk lichen *frutikosa* yang berbentuk rambut, tumbuh menempel pada kulit batang pohon. Ciri-ciri dari lichen *U.dasympoga* (Ach.) Nyl. (Gambar 2) adalah:

- Talus berbentuk benang
- Warna talus hijau keabu-abuan, hijau kekuningan, hijau merah kecoklatan.
- Hidup pada ketinggian 1000 – 1700 m di atas permukaan laut.
- Tumbuh pada kulit dahan pohon pinus yang terkena matahari langsung.
- Apotesium berbentuk perisai agak bercahaya.

Taksonomi dari tumbuhan *U.dasympoga* (Ach.) Nyl. yang diteliti adalah:

Divisio : Thallophyta  
Sub-divisio : Lichenes  
Ordo : Ascolichenes  
Familia : Usneaceae  
Genus : *Usnea*  
Species : *Usnea dasympoga* (Ach.) Nyl.



Gambar 1. Lichen *Usnea sp.*. Gambar 2. Lichen *U.dasympoga*(Ach.) Nyl.

Tumbuhan yang diteliti adalah talus *U. dasympoga* (Ach.) Nyl. yang diambil dari pegunungan Malino, kecamatan Tinggi Moncong, kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan, pada tahun 2006. Identifikasi dilakukan pada Herbarium Bogorienses, Bogor.

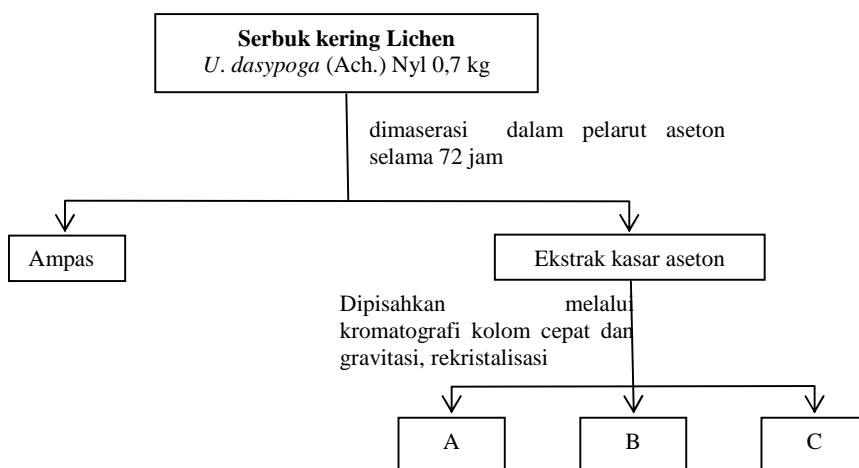
#### PERCOBAAN.

Talus tumbuhan lichen *U. dasympoga* (Ach.) Nyl, sebanyak 1 kg dibersihkan, dicuci dengan air, kemudian diangin-anginkan sampai

kering. Setelah kering, simplisia dihaluskan dengan menggunakan blender, sampai halus. Kemudian ditimbang, didapat  $\pm 700$  g, dan selanjutnya dimaserasi, selama 72 jam. Sebagai eluen digunakan pelarut aseton, pemilihan pelarut aseton karena senyawa lichen yang diharapkan mempunyai kepolaran yang sama dengan aseton (semi polar). Dari hasil ekstrak yang diperoleh, selanjutnya pelarut diuapkan dengan menggunakan penguap putar (rotavapor). Didapat ekstrak kasar *U. dasypoga* (Ach) Nyl. dalam aseton yang berwarna coklat-kuning.

### Ekstraksi dan Isolasi

Urutan proses isolasi senyawa dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 3. Skema isolasi *U. dasypoga* (Ach.) Nyl.

### Isolasi Sampel

Dari ekstrak kasar aseton yang diperoleh, dikeringkan dan ditimbang. Ekstrak kasar dipisahkan melalui kromatografi kolom cepat dengan fasa diam Kiesel gel 60 F.235, dengan eluen *n*-heksana – etil asetat. Cairan yang didapat dipisahkan berdasarkan fraksi-fraksinya. Setiap fraksi yang diperoleh, dikisatkan pelarutnya dengan menggunakan rotavapor, diperiksa uji bercak dengan KLT dan fraksi-fraksi yang mempunyai harga  $R_f$  yang sama digabungkan.

Bila belum didapat satu noda, dapat dilakukan kembali pemisahan dengan kolom kromatografi gravitasi, dipisahkan berdasarkan fraksi-fraksinya, dan pelarutnya diuapkan dengan rotavapor. Perlakuan di atas dapat dilakukan berkali-kali sampai didapat satu noda atau dilakukan rekristalisasi dengan menggunakan berbagai pelarut, dengan metode *trial and error*, sampai didapat senyawa murni.

### Prosedur dan Hasil Isolasi.

700 g (0,7 Kg) serbuk hijau kuning talus lichen *U. dasypoga* (Ach.) Nyl, dimaserasi (direndam) dengan pelarut aseton selama  $3 \times 24$  jam (72 jam). Dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali, pengerjaan selanjutnya adalah: ekstrak yang diperoleh dari fraksi aseton, pelarutnya diuapkan dengan menggunakan rotavapor. Ekstrak kasar yang diperoleh dikeringkan dan ditimbang, didapat ekstrak kasar sebanyak 36,5 g. Terhadap ekstrak kasar dilakukan pemeriksaan bercak noda dengan KLT. Kemudian ekstrak kasar dipisahkan melalui kromatografi kolom cepat dengan perbandingan larutan pengembang antara *n*-heksana dan etil asetat yang berubah secara gradien sebagai berikut:

Tabel 1. Sistem gradien yang digunakan pada ekstrak aseton *U. dasypoga* (Ach.) Nyl.

Sistem Pelarut	Volume Pelarut	Warna Larutan	Warna Endapan
<i>n</i> - heksana	4 × 100 mL	Jernih	-
2% etil asetat - <i>n</i> -heksana	4 × 100 mL	Jernih	-
5% etil asetat - <i>n</i> -heksana	4 × 100 mL	Kuning muda	-
6% etil asetat - <i>n</i> -heksana	3 × 100 mL	Kuning muda	-
7% etil asetat - <i>n</i> -heksana	4 × 100 mL	Kuning muda	-
8% etil asetat - <i>n</i> -heksana	4 × 100 mL	Kuning muda	-
10% etil asetat - <i>n</i> -heksana	4 × 100 mL	Kuning muda	Kuning
12% etil asetat - <i>n</i> -heksana	3 × 100 mL	Kuning muda	Kuning
15% etil asetat - <i>n</i> -heksana	3 × 100 mL	Hijau	Kuning
20% etil asetat - <i>n</i> -heksana	3 × 100 mL	Hijau	Kuning
25% etil asetat - <i>n</i> -heksana	3 × 100 mL	Hijau	Kuning
30% etil asetat - <i>n</i> -heksana	3 × 100 mL	Hijau	Kuning
35% etil asetat - <i>n</i> -heksana	3 × 100 mL	Hijau	Kuning
40% etil asetat - <i>n</i> -heksana	3 × 100 mL	Kuning orange	-
45% etil asetat - <i>n</i> -heksana	3 × 100 mL	Kuning	-
50% etil asetat - <i>n</i> -heksana	2 × 100 mL	Kuning	-
60% etil asetat - <i>n</i> -heksana	2 × 100 mL	Hijau Kuning	-
70% etil asetat - <i>n</i> -heksana	2 × 100 mL	Hijau Kuning	-
80% etil asetat - <i>n</i> -heksana	2 × 100 mL	Coklat	-
90% etil asetat - <i>n</i> -heksana	2 × 100 mL	Coklat	-
etil asetat	2 × 100 mL	Coklat	-
metanol	4 × 100 mL	Coklat	-

Dari kromatografi kolom cepat diatas, diperoleh hasil 22 fraksi, dan dari masing-masing fraksi dikisatkan dengan evaporator, kemudian dilakukan uji noda dengan KLT, agar dapat diketahui senyawa-senyawa yang mempunyai Rf yang sama untuk digabung.

Ternyata, fraksi nomor 2 sampai 20 terdapat endapan, maka antara fraksi endapan dan yang berwujud cair dipisahkan. Kemudian masing-masing dilakukan uji noda dengan KLT. Fraksi endapan (A) adalah 15 dan 16 serta 17 dan 18 digabung, dan ditambah pelarut kloroform, dipisahkan kemudian didinginkan, didapat Kristal berwarna kuning emas berbentuk jarum yang diberi kode senyawa A.

Fraksi yang berwujud cair (B) adalah no 13 sampai 20 digabung, didapat 3,5 g senyawa, dan dipisahkan melalui kolom kromatografi gravitasi dengan diameter 2,5 cm dan tinggi silika gel yang dimasukkan adalah 30 cm. Sebagai eluen digunakan adalah pelarut *n*-heksana dan etil asetat (2 : 1), ditampung setiap 30 mL (5 x 30 mL).

Kemudian eluen diganti dengan 20% etil asetat dalam *n*-heksana (*n*-heksana : etil asetat = 4:1), setiap fraksi ditampung setiap 30 mL (18 x 30 mL), pada fraksi ke 36 didapat kristal berwarna kuning tua, senyawa B.

Fraksi nomor 19 yang berwujud endapan (A) sebanyak 1 g dimasukkan dalam kolom kecil berdiameter 1 cm diberi silika gel sepanjang 20 cm. Eluen yang digunakan ialah kloroform (6 x 30 mL) dan eluen 3% metanol dalam kloroform (3 x 30 mL), serta 4% metanol dalam kloroform (4 x 30 mL). Di dalam fraksi nomor 14 sampai 16, terdapat endapan berwarna putih, disaring dengan bantuan vakum, didapat endapan putih (tipis), diberi kode senyawa C.

## HASIL DAN PEMBAHASAN.

### Senyawa C.

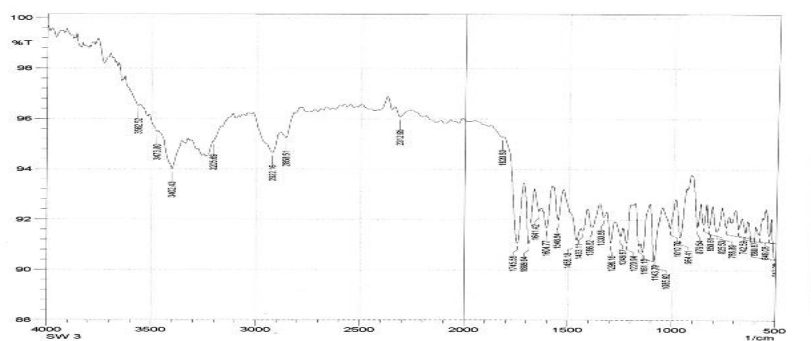
Tabel 2. Sifat fisika senyawa C.

Jenis Pemeriksaan	Hasil Pengamatan
a. Titik leleh	229 – 232° C
b. Bentuk fisik	Serbuk
c. Warna Kristal	Putih
d. Kelarutan	Kloroform

**a. Data spektroskopi infra merah.**

Spektrum infra merah diukur dalam bentuk pellet KBr, memberikan pita-pita serapan pada daerah bilangan gelombang, ( $\text{cm}^{-1}$ ) 1720 dan  $1240 \text{ cm}^{-1}$ , yang menunjukkan adanya gugus ester ( $-\text{COOR}$ ), dan pada bilangan gelombang,  $= 1550 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya ikatan rangkap ( $-\text{C}=\text{CH}-$ ), serta pada bilangan gelombang,  $= 2900 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus alifatik ( $\text{CH}_3$ ,  $\text{CH}_2$  dan  $\text{CH}$ ).

Spektrum infra merah dapat dilihat sebagai berikut:

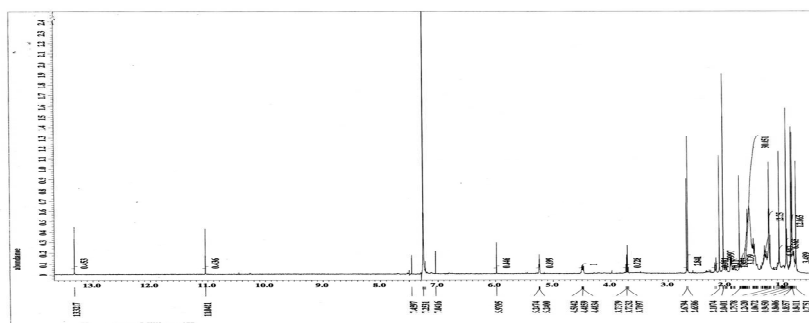


Gambar 4. Spektrum Infra Merah Senyawa C

**b. Data spektroskopi resonansi magnetik inti proton ( $^1\text{H-NMR}$ )**

Spektrum  $^1\text{H-NMR}$  (500 MHz), dalam pelarut  $\text{CDCl}_3$  dan standar dalam TMS. Memberikan sinyal-sinyal pada pergeseran kimia,  $\delta_{\text{H}}$  (ppm) sebagai berikut: 13,32; 11,04; 7,45; 7,25; 7,04; 5,97; 5,25; 5,24 (t); 4,50; 4,49 (dd); 4,48; 3,74; 3,72; 3,71; 2,67; 2,65; 2,10; 2,04 (s, 3H); 1,75 (s); 1,24 (d); 1,06 (s); 0,94 (s); 0,86; 0,85 (d); 0,84 (s); 0,77 (s).

Spektrum resonansi magnetik inti proton dapat dilihat sebagai berikut:

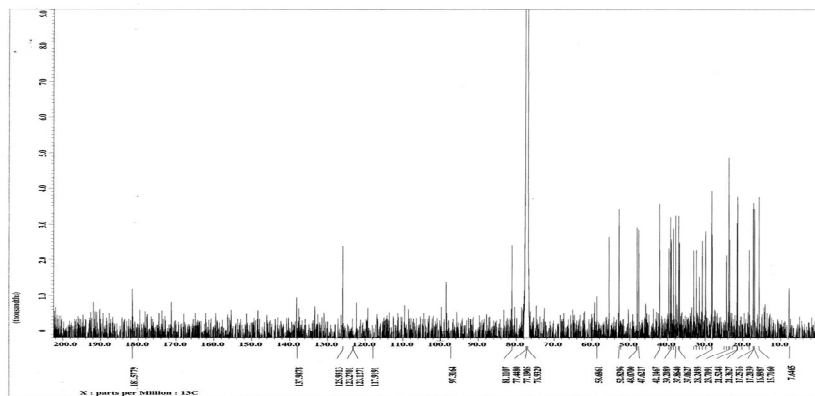


Gambar 5. Spektrum  $^1\text{H-NMR}$  Senyawa C.

**c. Data spektroskopi resonansi magnetik inti karbon-13 ( $^{13}\text{C}$ -NMR).**

Spektrum  $^{13}\text{C}$ -NMR dengan pelarut  $\text{CDCl}_3$  dan standar dalam TMS, memberikan sinyal-sinyal pada pergeseran kimia,  $\delta_{\text{C}}$  (ppm) sebagai berikut: 181,57; 137,98; 125,93; 123,27; 123,12; 117,91; 97,31; 81,11; 77,44; 77,19; 76,93; 58,68; 52,82; 48,07; 47,62; 42,14; 39,20; 37,86; 37,06; 28,24; 23,70; 21,52; 21,36; 17,25; 17,20; 16,89; 15,71; 7,64.

Spektrum resonansi magnetik inti proton dapat dilihat sebagai berikut:



Gambar 6. Spektrum  $^{13}\text{C}$ -NMR Senyawa C

**d. Data spektroskopi 2D- HMQC ( $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$ ).**

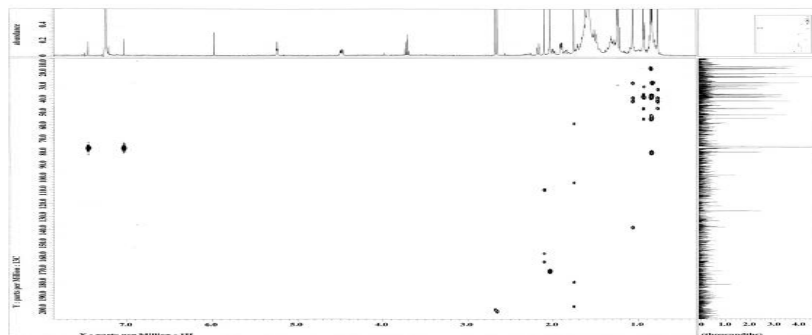
Tabel 3 . Data spektrum 2D- HMQC ( $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$ ).

PROTON ( $^1\text{H}$ ) (ppm)	KARBON ( $^{13}\text{C}$ ) (ppm)
2,02	21,80
1,91	24,40
1,75	32,60
1,62	24,20
1,25	30,00
1,80	23,70

Spektrum dua dimensi HMQC ( $^1\text{H}$ - $^{13}\text{C}$ ) memberikan gambaran proton atau proton-proton yang terikat pada suatu atom karbon. Beberapa korelasi dapat dilihat pada tabel berikut:

Data spektrum 2D-HMQC senyawa C dapat dilihat sebagai berikut:



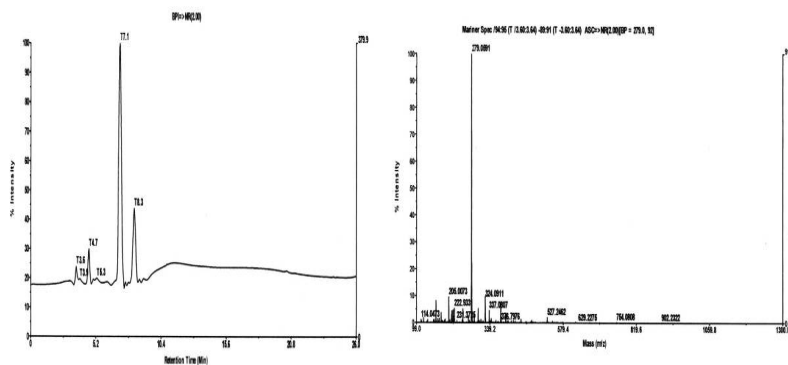


Gambar 7. Spektrum 2D-HMQC Senyawa C

**e. Data spektroskopi massa**

Analisis dengan spektroskopi massa memberikan puncak ion molekul pada  $m/z = 280 (M^+)$ .

Spektrum massa senyawa C dapat dilihat sebagai berikut ;



Gambar 8. Spektrum Spektroskopi Massa Senyawa C

**PEMBAHASAN**

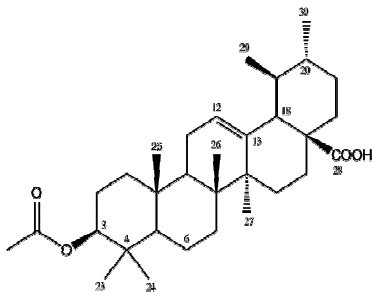
**Penentuan Struktur Senyawa C.** Senyawa C, merupakan kristal berwarna putih, dengan titik leleh 199,3°C.

**Spektrum infra merah.** Hasil pengukuran spektrum FT-IR memperlihatkan bahwa senyawa C mempunyai gugus suatu ester (-COOR) yang ditunjukkan pada bilangan gelombang ( ) 1720 dan 1240  $cm^{-1}$ , dan ikatan rangkap.(-C=CH-) pada bilangan gelombang 1550  $cm^{-1}$ , serta gugus alifatik (CH<sub>3</sub>, CH<sub>2</sub> dan CH) pada ( ) 2900  $cm^{-1}$ .

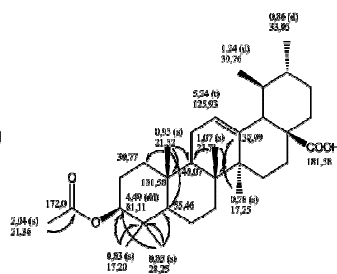
**Spektrum  $^1\text{H-NMR}$  dan  $^{13}\text{C-NMR}$ .** Adanya gugus fungsi tersebut di atas juga didukung dengan hasil pengukuran spektrum  $^1\text{H}$  dan  $^{13}\text{C-NMR}$ . Adanya ester dari suatu gugus asetil dengan jelas diperlihatkan dengan munculnya puncak pada nilai geseran kimia  $\delta_{\text{H}}$  (ppm) dan  $\delta_{\text{C}}$  (ppm) pada 2,01 (s, 3H), 21,36 (q) dan 172,0 (s), serta adanya gugus metin hidroksil pada daerah yang relatif *down field* (medan magnet rendah) karena terasetilasi yaitu muncul pada  $\delta_{\text{H}}$  (ppm) 81,0 dan  $\delta_{\text{C}}$  (ppm) 81,11.

Adanya 5 gugus metil singlet ( $-\text{CH}_3$ , s) yang ditunjukkan pada nilai geseran kimia  $\delta_{\text{H}}$  (ppm) = 0,78; 0,83; 0,95; 1,07; dan 1,76 dan 2 metil doublet ( $-\text{CH}_3$ , d) pada 0,85 (d) dan 1,24 (d) didukung dengan data nilai geseran kimia  $^{13}\text{C-NMR}$  pada  $\delta_{\text{C}}$  (ppm) = 17,25; 17,20; 28,25; 21; 52; 23,71; 30,76 dan 33,05. Disamping itu pada senyawa tersebut juga mempunyai gugus karboksilat ( $-\text{COOH}$ ) yang dikonfirmasi dengan adanya nilai geseran kimia  $\delta_{\text{C}}$  (ppm) 181,58(s). Adanya ikatan rangkap ditunjukkan dengan munculnya puncak serapan pada  $\delta_{\text{H}}$  (ppm) 5,24 (t) dan  $\delta_{\text{C}}$  (ppm) 125,93 (d).

Berdasarkan adanya 7 gugus metil (s) dan 1 karboksilat serta ikatan rangkap maka diduga bahwa senyawa tersebut adalah asetil ursanolat (asam-3-asetil-12-ursanen-28-olat) dengan struktur sebagai berikut:



Gambar 9. Struktur molekul senyawa C (asam-3-asetil-12-ursanen-28-olat).



Gambar 10. Ringkasan korelasi jarak jauh untuk senyawa C

Dugaan struktur tersebut, didukung dengan data pengukuran 2D-NMR (HMOC dan HMBC) serta data nilai geseran kimia berdasarkan hasil penelitian dan penelusuran prediksi, maka dianalisis senyawa C adalah asam-3-asetil-12-ursanen-28-olat (C), adalah sebagai berikut:

Tabel 2. Perbandingan nilai geseran kimia senyawa ( $\text{CDCl}_3$ ) asam-3-asetil-12-ursanen-28-olat hasil penelitian dan dari prediksi

No	$\delta_H$ (ppm, J dalam Hz) hasil penelitian	$\delta_C$ (ppm)	Nilai Geseran Kimia Asam 3-asetil-12-ursanen-28-oat. (prediksi)	
			$\delta_H$ (ppm)	$\delta_C$ (ppm)
1		37,86		38,2
2		23,71		23,5
3	4,49(dd,9,2;1,)	81,11	4,55 (dd, 7,3)	81,0
4		37,06		37,8
5		56,46		55,4
6		18,58		18,3
7		32,3		32,7
8		39,2		39,6
9		48,07		47,6
10		37,1		37,1
11		23,4		23,4
12	5,24 (t, 7,4)	125,93	5,24 (t)	125,8
13		137,99		138,1
14		42,1		41,1
15		28,1		28,1
16		23,7		23,6
17		48,0		48,0
18	2,18 (d, 11,3)	52,8		52,7
19		38,9		38,9
20		39,2		39,1
21		30,7		30,7
22		36,8		36,8
23	0,83 (s)	28,25		28,1
24	0,85 (s)	16,8		16,7
25	0,93 (s)	15,7		15,6
26	1,07 (s)	17,2		17,1
27	0,78 (s)	24,3		25,9
28		181,58		183,7
29	1,24 (d)	17,25		17,2
30	0,86 (d)	21,3	0,99	21,2
<u>CH<sub>3</sub>CO</u>	2,04 (s)	21,56	2,21	21,3
<u>CH<sub>2</sub>CO</u>		172,0		171,0

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Dalam ekstrak aseton dari serbuk kering talus *U. dasyopoga* (Ach.) Nyl didapat senyawa, yaitu : senyawa C adalah asam-3-asetil-12-ursanen-28-oat.
2. Senyawa asam-3-asetil-12-ursanen-28-oat (senyawa C) merupakan senyawa yang diusulkan sebagai senyawa baru yang diisolasi dari tumbuhan lichen.

#### DAFTAR PUSTAKA

1. Crittenden, P. D., Peter, N., Lichen forming fungi : Potential Sources of novel metabolites, *Tibteck*, Desember, 9, 409-414, 1991.
2. Tjitrosoepomo, G., Taksonomi Tumbuhan, Gajah Mada University Press, Yogyakarta, 1989.
3. Winiati, S., Isolasi dan Elusidasi Struktur serta Penentuan Aktivitas Biologi Senyawa Kimia dalam Fraksi n-heksana dan Aseton dari Talus Lichen *Ramalina Javanica* Nyl, Tesis Magister Sains, Program Pascasarjana Universitas Indonesia, Depok, 1999.
4. Rost, T. L., Barbour, M.G., Thornton, R.M., Weier, T.E., Stocking, C.R., *Batanyabrief introductio onto plant biology*, New York : John Wiley dan Son Publiser. 1983.
5. Nurachman, Z., Lichenes Gudang Baban Baku Obat, hal 10, Kompas, 13 Februari, 1993.
6. Hale, M.E., How to Know The Lichen, W.M.C, Brown Company Publisher, Dubuque, Iowa, 1969.
7. Priyono Suwarso, W., Lichen, Tanaman Suku Rendah yang Berpotensi Sebagai Sumber Senyawa Kimia Bahan Alam Baru yang Berkhasiat Sebagai Obat, Pidato Pada Upacara Pengukuhan Sebagai Guru Besar Tetap Dalam Bidang Ilmu Kimia Organik Pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Indonesia, 2004.
8. Culberson, C.F., Improved condition and new data for the identification of lichen products by a standardized thin-layer chromatographic method. *J Chromatography*. 72: 113-125. 1972.
9. Gabb M.H. & W.E. Latchem, A Handbook of Laboratory Solutions, Chemical Publishing Company Inc. First American Edition, New York, 1968.
10. Culberson, C. F., Chemical and Botanical Guide to Lichen Products, Otto Koelten Science Publisher, Koenigstein, Germany. 538-539, 1979.
11. Huneck, S., Yosimura, I., Identification of Lichen Substances, Springer-Verlag, Berlin, Heidelberg, New York, 1996.

12. Layla Gani, R., Tesis Magister Sains Ilmu Kimia. Program Studi Magister Ilmu Kimia. Program Pascasarjana Universitas Indonesia, Depok, 1998.
13. C. F. Culberson, Chemical and Botanical Guide to Lichen Products, Olto Koeltz Science Publishers, Koln, 1979.
14. M.H. Gabb and W.E. Latchem, A Handbook of Laboratory Solutions, Chemical Publishing Company Inc. First American Edition, New York, 1968.
15. K.L. Alvin, and K.A. Kershaw, The Observer's Book of Lichen, Frederick Warne & Co Ltd., London, 1983.
16. E. Breitmaier, Structure Elucidation by NMR in Organic Chemistry, John Wiley and Sons, Chichester, 1993.
17. C.N. Banwell Fundamental of Molecular Spectroscopy, University of Sussex, McGraw-Hill Book Company, London England, 1988.
18. H.Sastrohamidjojo, Spektroskopi Inframerah, Liberty, Yogyakarta, 1992.
19. Muhammad Mulja, dan Suherman, Analisis Instrumental, Airlangga University Press, Surabaya, 1995.
20. D.H. Williams, and I. Fleming, Spectroscopic Methods in Organic Chemistry, McGraw-Hill Book Co, London, 1995.
21. R.J. Fessenden and J.S. Fessenden, Kimia Organik, Terjemahan oleh A. Hadyana Pudjaatmaka dan H. M. Surdia, Jilid 1, Erlangga, Jakarta, 1982.
22. J. Mann, Secondary Metabolism, Oxford University Press, New York, 1980.
23. P. Manitto, Biosynthesis of Natural Products, John Wiley and Sons, Toronto, 1981.
24. E.L. Eliel, Stereochemistry of Carbon Compound, McGraw-Hill Publ. Co. Ltd. New Delhi, 1983.