ISOLASI DAN IDENTIFIKASI SENYAWA TERPEN DARI EKTRAK KULIT BATANG AGLAIA ODORATA LOUR (MELIACEAE)

ISOLATION AND IDENTIFICATION OF TERPENE COMPOUNDS FROM THE BARK OF THE PLANT EXTRACT AGLAIA ODORATA LOUR (MELIACEAE)

Satrio Hartanto*, Nurul Hidajati
Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Surabaya, Jl. Ketintang, Surabaya, 60231
**email: trieyoek@yahoo.com*

Abstrak. *Penelitian bertujuan untuk mengetahui struktur molekul senyawa terpen hasil isolasi dari ektrak kulit batang tumbuhan pacar cina (Aglaia odorata Lour). Penelitian dilakukan di Laboratorium Penelitian Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Surabaya. Metode yang digunakan dalam ektraksi adalah maserasi. Pemisahan senyawa dengan metode KCV, KKG, KKT, dan KLT-P. Diperoleh Isolat_I yang belum murni. Selanjutnya pada Isolat_I dimurnikan dan dilakukan identifikasi melalui spektroskopi IR, UV-Vis dan GC-MS. Dari hasil analisis diperoleh 3 senyawa terpen diduga jenis seskuiterpen yaitu, Humulen Epoksi II m/z 147; bisiklik seskuiterpen m/z 205 dan α-santalan-seskuiterpen m/z 279.*

Kata kunci: *Aglaia odorata, Meliaceae, Terpen*

Abstract. *The study aims to determine the molecular structure of the terpene compound isolated from the bark of the plant extract Pacar Cina (Aglaia odorata Lour). The study was conducted at the Research Laboratory of the Department of Chemistry Faculty of Mathematics and Natural Sciences, State University of Surabaya. The method used in the maceration extraction. Separation of compounds by the method of KCV, KKG, KKT, and TLC-P. Isolat_I who have not obtained pure. Next on Isolat_I purified and identified by IR spectroscopy performed, UV-Vis and GC-MS. From the results obtained by analysis of three terpene compounds are thought to type sesquiterpene, Humulen Epoxside II m/z 147; bicyclic sesquiterpene m/z 205 and α-santalan-sesquiterpene m/z 279.*

Keywords: *Aglaia odorata, Meliaceae, Terpenes*

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negera yang kaya akan sumber daya alam hayati yang beraneka ragam jenisnya (*Biodiversity*). Indonesia juga merupakan salah satu dari tujuh negera *megabiodiversiti*, seperti Brazilia, Australia, Kolombia, Madagaskar, Meksiko, dan Zaire [1]. Keaneka ragaman hayati hutan tropis Indonesia adalah gudang senyawa organik bahan alam yang mempunyai struktur molekul beranekaragam dengan aktivitas yang luar biasa [2]. Salah satu diantaranya adalah tumbuhan famili *Meliaceae*. Famili *Meliaceae* memiliki 50 genus dan 1400 spesies yang sebagian besar tumbuh didaerah tropis. Keistimewaan tanaman ini adalah kayunya yang berkualitas tinggi, selain untuk keperluan kayu lapis, mebel, dan keperluan rumah tangga juga di ketahui memiliki ketahanan hidup terhadap hama serangga. *Aglaia* merupakan tumbuhan dari famili *Meliaceae*. Aglaia tersebar dari India Selatan dan Sri Langka melalui Myanmar sampai ke Kepulauan Solomon, Fiji dan Samoa. Kawasan Malesia yang mempunyai banyak jenis *Aglaia* adalah Borneo (50 jenis), sedang di Sumatra ditemukan 38 jenis [3].

Senyawa kimia yang diproduksi oleh tumbuhan meliputi senyawa metabolit primer dan senyawa metabolit sekunder. Senyawa metabolit primer adalah senyawa yang di sintesis dan dirombak oleh organisme dalam rangka kelangsungan hidupnya melalui proses metabolisme primer. Senyawa tersebut meliputi *Polisakarida, Protein, Lemak dan Asam Nukleat*. Sedangkan senyawa metabolit sekunder adalah senyawa yang dihasilkan oleh organisme melalui proses metabolit sekunder. Senyawa tersebut meliputi *Terpenoid, Flavonoid, Steroid, Alkaloid, Fenil Propanoid*, dan lain-lain.

Studi Fitokimia Meliaceae yang dilakukan berhasil ditemukan sejumlah senyawa metabolit sekunder yang umumnya termasuk golongan *Triterpenoid*, seperti pada tumbuhan genus *Cedrela* dan *Azadirachta* [4,5]. Dari laporan yang dikumpulkan pada studi kimia, tanaman ini sebagian besar juga masih bertumpu pada senyawa *Triterpenoid*. Namun, sejumlah senyawa fenolik dari golongan *benzofuran* jenis *rokaglamida* yang bersifat insektisida telah ditemukan [6,7]. *Rokaglamida* ini diketahui juga telah di isolasi dari empat spesies *Aglaia*, yaitu dari akar dan batang *Aglaia harmsiana*. Aktivitas ekstrak bagian tanaman *Aglaia* selain bersifat insektisida dapat juga bersifat antifeedan. Senyawa metabolit sekunder dan turunannya juga berhasil di isolasi dari tumbuhan pacar cina (*Aglaia odorata* L), namun senyawa-senyawa tersebut ditemukan dari daunnya.

Senyawa aktif yang bersifat insektisida dari ranting *A. odorata* (*Meliaceae*) (*culan, pacar cina*) sebagai *rokaglamida* [8]. Senyawa aktif utama yang bersifat insektisida ini termasuk dalam golongan benzofuran. Pada daun *A. odorata* selain *rokaglamida* juga ditemukan dan tiga senyawa turunannya, yaitu *desmetilrokaglamida, metilrokaglat dan rokaglaol* [6]. Rokaglamida juga telah diisolasi dari empat spesies *Aglaia* lain, yaitu dari akar dan batang *A. Elliptifolia* [9], ranting *A. Duppereana* [10], buah *A. ellipticas*erta dan daun *A. harmsiana*.

Pemilihan pelarut dan metode yang tepat untuk keperluan isolasi sangat mutlak diperlukan, oleh karena itu pemilihan pelarut yang dipakai sangat menentukan keberhasilan dalam isolasi. Senyawa fenolik merupakan senyawa yang bersifat polar dan dapat larut dalam pelarut polar maupun semipolar, maka akan dilakukan penelitian menggunakan pelarut etil asetat yang bersifat polar. Pada tahun 2002, Pizzonati [11] berhasil mengisolasi senyawa turunan *flavaglinan, sinkonain 1 dan 2* menggunakan ekstrak etil asetat tumbuhan *Meliaceae* yaitu *A. gracilis.* Bagian tumbuhan *Aglaia odorata* Lour yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit batang. Pemelihan kulit batang didasarkan bahwa penelitian sebelumnya oleh [6] mengisolasi senyawa turunan *rokaglamida* dari daun dan ranting *A. odorata*. Mengingat bahwa penelitian senyawa metabolit sekunder pada daun dan ranting tumbuhan *Aglaia* khususnya *Aglaia odorata* Lour yang sedang dilakukan, maka akan dilakukan penelitian tentang isolasi dan identifikasi senyawa terpen dari ekstrak etil asetat kulit batang tumbuhan pacar cina (*Aglaia odorata* Lour) (*Meliaceae*).

METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan kimia yang digunakan untuk ekstraksi dan kromatografi kolom adalah pelarut-pelarut teknis yang sudah didestilasi, yaitu *n*-heksana, kloroform, etil asetat, dan metanol, sedangkan untuk rekristalisasi dan analisis kemurnian isolat digunakan pelarut organik berkualitas p.a. Penyemprot atau penampak noda KLT digunakan larutan jenuh $Ce(SO_4)_2$ 1,5%. Fasa diam untuk kromatografi cair vakum (KCV) menggunakan si gel merck G 60 F-254, pelat KLT kieselgel G 60 F-254, kromatografi kolom gravitasi (KKG) dengan si gel merck 60 (35-70mesh), analisis kromatografi lapis tipis preparatif (KLTP) menggunakan pelat kaca berlapis si gel merck kieselgel 60 F_{254} 0,25mm, 20x20cm.

Alat

Peralatan yang digunakan dalam penilitian ini antara lain: gelas kimia, gelas ukur, pipet tetes, pipet kapiler, satu set alat KKG, satu set alat KCV, satu set alat KKT, evaporator dan botol kaca berukuran 5ml dan 150ml. Untuk identifikasi senyawa digunakan alat spektroskopi UV-Vis, IR dan GC-Ms.

Prosedur Penelitian

Tahap pengumpulan dan penyiapan sampel tumbuhan

Sebanyak ± 8kg sampel tumbuhan berupa kulit batang tumbuhan pacar cina diperoleh dari daerah Tulangan Sidoarjo dan daerah Maspion III Sidoarjo. Sebelum digunakan dalam penelitian, sampel diidentifikasi di LIPI Kebun Raya Purwodadi-Pasuruan, Jawa Timur.

Sampel kulit batang tumbuhan pacar cina dibersihkan dari kotoran yang melekat, lalu dikeringkan tanpa penyinaran matahari secara langsung. Setelah benar-benar kering, sampel digiling hingga berbentuk serbuk kering kulit batang pacar cina, sampel kering yang diperoleh sebesar ±3kg.

Tahap ekstraksi dan isolasi senyawa dari ekstrak etil asetat

Melakukan maserasi yaitu dengan merendam serbuk kulit batang tumbuhan pacar cina (aglaia odorata lour) yang telah dikeringkan sebanyak ± 3 kg dengan ketinggian pelarut waktu merendam ± 1cm diatas sampel menggunakan pelarut metanol selama 24 jam dan diulang sebanyak 3 kali. Filtrat hasil tiap maserasi kemudian dipekatkan dengan evaporator putar bervakum dan diperoleh ekstrak metanol lalu di partisi dengan etil asetat. perbandingan ektrak kental metanol:etil asetat = 1:2, partisi diulang hingga pelarut etil asetat tidak menunjukkan perubahan warna (jernih tidak berwarna). Hasil partisi tersebut kemudian dipekatkan kembali dan diperoleh ekstrak kental etil asetat.

Ekstrak kental etil asetat tersebut kemudian dibagi menjadi dua bagian. Kedua bagian tersebut masing-masing dipisahkan senyawanya dengan metode KCV menggunakan pelarut *n*-heksan:etil asetat = 10:0; *n*-heksan:etil asetat = 9:1; *n*-heksan : etil asetat = 8:2; *n*-heksan:etil asetat = 5:5; *n*-heksan:etil asetat = 0:10; dan terakhir metanol 100%, sehingga menghasilkan beberapa fraksi. Fraksi-fraksi hasil kedua kromatografi cair vakum(KCV) tersebut kemudian di KLT monitoring menggunakan perbandingan eluen *n*-heksan:etil asetat = 5:5,hasil dari KLT monitoring yang memiliki nilai *Rf* sama kemudian digabung menjadi fraksi-fraksi yang lebih sederhana. Pada fraksi AI hasil kromatografi cair vakum(KCV) pertama dilakukan pemisahan senyawa kembali dengan metode kromatografi kolom gravitasi dengan perbandingan eluen heksan:etil = 8:2, sehingga menghasilkan fraksi gabungan dengan nilai Rf yang sama disebut fraksi AIa. Fraksi AIa hasil kromatografi kolom gravitasi ini kemudian kembali dilakukan pemisahan senyawa dengan metode kromatografi kolom gravitasi dengan perbandingan eluen heksan:etil asetat = 8:2 menghasilkan fraksi gabungan AIab. Sedangkan pada KCV kedua diperoleh fraksi gabungan AII. Fraksi hasil KCV kedua ini kemudian dilakukan pemisahan senyawa dengan metode kromatografi kolom tekan (flash), perbandingan eluen yang digunakan yaitu heksan:etil asetat = 7½:2½, diperoleh fraksi

gabungan AIIa. Kemudian menggabungkan fraksi AIab dengan fraksi AIIa untuk dilakukan pemisahan senyawa lagi dengan metode kromatografi lapis tipis preparatif menggunakan perbandingan elue *n*-heksan:etil asetat = 6:4. Hasil dari kromatografi lapis tipis preparatif ini kemudian dilakukan pencucian menggunakan pelarut kloroform. Uji kemurnian isolat dilakukan dengan penentuan titik leleh dan kromatografi lapis tipis dengan 3 sistem eluen.

Tahap identifikasi senyawa hasil isolasi

Penentuan struktur molekul menurut sticher dalam [17] penentuan struktur molekul diperoleh melalui beberapa langkah pengukuran spektroskopi untuk mendapatkan data spektra. Setelah diperoleh data spektra tersebut baru ditentukan struktur molekulnya. Adapun langkah-langkah yang dimaksud sebagai berikut :

1. Melakukan pengukuran spektrum UV-Vis untuk menentukan gugus kromofor
2. Melakukan pengukuran spektrum IR untuk mengetahui adanya gugus fungsi
3. Melakukan pengukuran spektrum massa (MS) untuk mengetahui pola fragmentasi senyawa.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Isolasi senyawa terpen

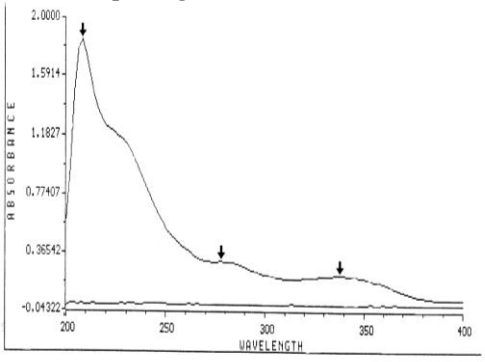
Kulit batang tumbuhan pacar cina (*Aglaia odorata Lour*) yang telah berbentuk serbuk di ektraksi dengan metode maserasi menggunakan metanol. Maserasi dilakukan pada bejana kaca dan ditutup rapat. Sampel direndam metanol hingga ketingga 1-2cm diatas sampel. Maserasi dilakukan 1x24 jam sebanyak 3 kali, kemudian sampel disaring untuk dipisahkan filtrat dan residunya. Filtrat ektrak metanol kemudian dikentalkan dengan alat evap. Diperoleh berat total ektrak kental sebanyak 111,33 gram. Selanjutnya dilakukan partisi pada ektrak kental metanol dengan pelarut etil asetat. Perbandingan yang digunakan dalam proses partisi adalah ektrak kental metanol:etil asetat = 1:2. Selanjutnya hasil ektrak etil asetat dievap untuk mendapatkan ektrak kentalnya, diperoleh ektrak kental etil asetat 16,799gr. Ektrak kental etil asetat kemudian dibagi menjadi 2 untuk dilakukan pemisahan dengan metode KCV dengan eluen *n*-heksan:etil asetat= 10:0; 9:1; 8:2; 5:5; 0:10 dan metanol 100%. Masing-masing untuk volum eluen adalah 150ml, sehingga diperoleh masing-masing 17 fraksi hasil KCV I dan KCV II. Dari hasil KCV I dan II diperoleh fraksi AI dan AII. Pada fraksi AI dilakukan pemisahan senyawa kembali dengan metode KKG dengan eluen *n*-heksan:etil asetat = 8:2. Sedangkan pada fraksi AII dilakukan KKT dengan eluen *n*-heksan:etil asetat= 7½:2½. Dari hasil KKG AI diperoleh fraks AIa, sedangkan dari KKT fraksi AII diperoleh fraksi AIIa. Pada fraksi AIa dilakukan kembali pemisahan senyawa dengan metode KKG menggunakan eluen *n*-heksan:etil asetat = 6:4, diperoleh fraksi gabungan AIab. Dari hasil pemantauan dengan KLT monitoring dengan eluen *n*-heksan:etil asetat = 6:4 diketahui bahwa pada fraksi AIab dan fraksi AIIa menghasilkan nilai Rf yang sama. Selanjutnya dilakukan penggabungan fraksi AIab dengan fraksi AIIa sehingga disebut fraksi AIII dengan berat total 0,088gr. Pada fraksi AIII selanjutnya dilakukan kembali pemisahan senyawa dengan metode kromatografi lapis tipis preparitif. Plat yang digunakan dalam KLTP-P adalah plat kaca yang telah dilapisi adsorben silika gel. Pada plat dibuat titik noda serapat mungkin agar nantinya terbentuk pita pemisahan yang baik yaitu dengan jarak 0,4cm. Selanjutnya sampel ditotolkan pada titik-titik tersebut. Sedangkan eluen yang digunakan dalam KLT-P adalah *n*-heksan:etil asetat = 6:4, plat yang telah bertotolkan sampel dimasukkan kedalam bejana kaca yang telah berisi eluen, sebelumnya eluen telah dijenuhkan dalam bejana. Proses elusi dihentikan ketika pelarut dalam plat tepat berada pada batas maksimum pada plat (batas atas). Kemudian plat dikeluarkan untuk diangin-anginkan, setelah kering plat kembali dicelupkan kedalam bejana yang berisi eluen tersebut, begitu seterusnya sampai 4 kali pencelupan atau noda pendar (nilai Rf) berada mendekati batas atas pada plat. Selanjutnya dilakukan penggerokan pada plat yang menunjukkan adanya noda pendar. Kemudian hasil kerokan tersebut dicuci menggunakan pelarut kloroform. Dari hasil KLT-P tersebut diperoleh Isolat_I yang belum murni, kemudian dimurnikan.

Tahap identifikasi senyawa
Identifikasi isolat_I

Kemudian pada Isolat_I dilakukan identifikasi meliputi uji kimia, uji fisika dan uji spektroskopi. Uji secara kimia yaitu dilakukan menggunakan $FeCl_3$ dan *Shinoda test*. Dari hasil uji secara kimia diketahui bahwa Isolat_I termasuk kedalam senyawa jenis Fenolik. Yaitu ditandai dengan terjadinya perubahan warna menjadi kuning.

Sedangkan pada identifikasi melalui uji secara fisika dilakukan dengan menguji titik leleh Isolat_I. Dari hasil pengujian menggunakan *Melting Point Apparatus Electrothermal* dengan pengulangan sebanyak tiga kali, diketahui titik leleh dari Isolat I, yaitu 120-121^{o}C, 120-121^{o}C, 120-122^{o}C. Dari pengukuran tersebut dapat dilihat bahwa pengukuran titik leleh pada awal dan akhir menunjukkan perbedaan yang tidak melebihi dari 1.

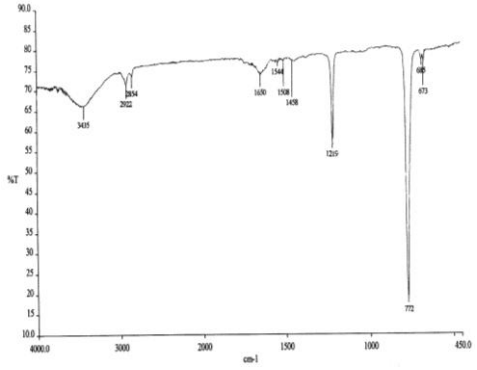
Pada uji spektroskopi UV-Vis yaitu sampel dilarutkan pada pelarut metanol diperoleh serapan maksimum pada λ = 278 dan 338 nm dapat dilihat pada gambar 1.



Gambar 1. Spektrum UV-Vis Isolat

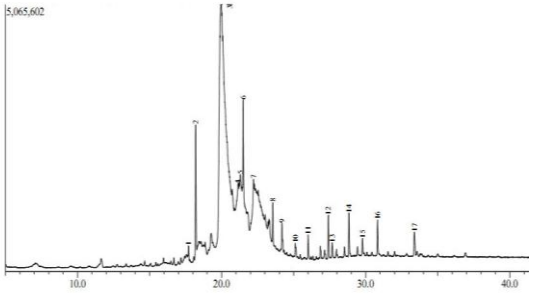
Hasil pengujian UV-Vis pada Isolat_I diketahui bahwa serapan maksimum pada α = 278 dan 338. Dapat diduga merupakan keton dan aldehida jenuh. Keton dan aldehida jenuh menunjukkan pita terlarang simetri yang lemah pada 275-295 nm, ε~20, merupakan hasil dari eksitasi elektron sunyi oksigen ke orbital anti-ikatan gugus karbonil. Keton dan aldehida tersubtitusi lebih kuat menyerap pada ujung atas daerah tersebut. Adanya pita lemah pada daerah 275-295 nm merupakan petunjuk adanya gugus keton atau karbonil aldehida[12]. Keton α, β-tak jenuh menunjukkan pita n → π^* sedikit lebih kuat atau suatu seri pita dengan ε~100 pada 300-500 nm. Transisi n → π^* α-diketon dalam bentuk diketon menunjukkan dua pita, satu dalam daerah dekat 290 nm, ε~30 dan pita kedua ε 10-30 muncul pada daerah sinar tampak pada 340-400 nm.

Pada uji spektroskopi IR, hasil pengukuran spektrum Inframerah (IR) yang dipreparasi dengan teknik pelet KBr telah ditunjukkan pada Gambar 2. Spektrum IR senyawa hasil isolasi menunjukkan adanya serapan pada daerah 772, 1219, 1650, 2854, 2922, 3435 cm^{-1}. Puncak-puncak tersebut menunjukkan antara lain: serapan C-C aromatis 860-680 cm^{-1} untuk puncak 772, serapan C-O 1260-1000 cm^{-1} untuk puncak 1219, kemudian serapan C=C aromatis pada puncak 1650 cm^{-1}, CH alifatik pada puncak 2854, dan pada puncak 2922 menunjukkan adanya serapan CH kuat 2850-2970, dan terakhir pada puncak 3435 menunjukkan adanya serapan OH pada 3200-3600.



Gambar 2. Spektrum IR Isolat

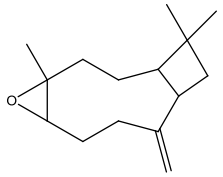
Dari hasil pengujian spektroskopi GC-Ms Isolat_I terdiri dari 17 puncak dominan (gambar 3), dari 17 puncak dominan tersebut kemudian dilakukan penelusuran data spektrometri massa sebanyak 3 puncak yang memiliki %area diatas 4,00 % yaitu puncak nomor 2, 3, dan 6..



Gambar 3. Kromatogram GC Isolat_I

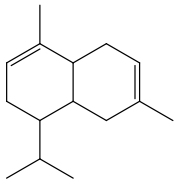
Dari puncak 2, diketahui senyawa pada Isolat I dapat ditunjukan punca-puncak ion

molekul pada m/z, yaitu: 147, 138, 123, 109, 96, 81, 67, 43, 41, 38 dengan puncak dasar m/z 43. Dari hasil studi literatur dan dengan bantuan chemoffice senyawa dengan puncak-puncak seperti disebutkan meurpakan ciri khas puncak pada senyawa seskuiterpen [13] sehingga diduga senyawa ini merupakan senyawa seskuiterpen jenis humulen epoksi II dengan berat molekul 220, dapat dilihat pada gambar 4. Senyawa ini mengalami pemutusan dari m/z 220 menghasilkan m/z 149 dengan melepaskan $C_5H11^{`}$. Kemudian dilanjutkan dengan hilangnya C_2H_2 dan CH_2 sehingga menghasilkan fragmen m/z 123 dan 109. Selanjutnya hilangnya CO menghasilkan fragmen m/z 81($C_6H_9^+$), selanjutnya mengahasilkan fragmen m/z 67($C_5H_7^+$) dengan menghilangnya CH_2 dan terakhir menghasilkan fragmen m/z 41 ($C_3H_5^+$).



Gambar 4. Struktur Senyawa Humulene Epoxide II

Sedangkan pada puncak 3, diketahui memiliki puncak-puncak ion molekul pada m/z 205, 187, 177, 162, 147, 121, 107, 93, 79, 67, dan puncak dasar m/z 43. Senyawa bisiklik sesquiterpen mempunyai puncak fragmentasi m/z 43, 55, 69, 81, 121, 133, 149, 191, 205 dan 234 [M+] dengan puncak dasar m/z 43 [14]. Beberapa studi leteratur menyebut senyawa-senyawa isoprenoid memberikan nilai m/z pada 69 untuk isopren, m/z 137 untuk monoterpen, dan m/z 205 untuk seskuiterpen [15].



Gambar 5. Struktur Senyawa bisiklik seskuiterpen

Senyawa ini memiliki berat molekul 205. Dari studi literatur, senyawa ini pernah ditemukan pada tumbuhan Ophiopogon jaburan Lodd [14]. Pada puncak 6, diketahui bahwa senyawa memilik pemecahan fragmen pada m/z 279, 168, 167, 149, 132, 113, 104, 84, 71, 57, 41 dan 39, dengan puncak dasar m/z 149. Dari hasil spektroskopi IR, UV-Vis dan GC-MS. Senyawa Isolat_I dengan Mr = 279 diduga merupakan senyawa jenis α-santalan-seskuiterpen. Hal ini didasarkan pada hasil spektroskopi IR Isolat_I diduga mempunyai kemiripan dengan hasil IR senyawa α-santalan-seskuiterpen [16], dapat dilihat pada tabel 1. Pada spektrum MS Isolat_I puncak no 6, menunjukkan bahwa m/z atau Mr sebesar 279. Kemudian dari itu spektrum MS α-santalan-seskuiterpen juga menunjukkan m/z atau Mr sebesar (279[M^+-CH_3],164, 121, 59). Senyawa ini mengalami pemutusan rantai epoksi dan eter pada salah satu sisi sehingga menghasilkan m/z 167 (M+1-$C_4H_7O^+$ - $C_3H_7^+$, $C_{11}H_{19}O^+$). Kemudian disusul dengan menghilangnya H_2O dari fragmen m/z 167 menghasilkan fragmen stabil yaitu m/z 149 ($C_{11}H_{17}^+$). Pecahan yang dihasilkan saat melepas epoksida dan rantai propil menghasilkan fragmen m/z 71 ($C_4H_7O^+$) dan m/z 43 ($C_3H_7^+$). Pada pemecahan fragmen selanjutnya jika m/z 149 kehilangan CH_2+$2H^+$ akan muncul fragmen m/z 132. Senyawa ini memiliki berat molekul 279.

Tabel 1. Hasil IR senyawa α-santalan-sesquiterpen dan Isolat_I.

Senyawa α-santalan-sesquiterpen	Senyawa dari Isolat_I	Keterangan
3040	-	CH siklik
2927	2854	CH alifatik
1170	1219	C-O
3400	3435	OH

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan terhadap hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa senyawa metabolit sekunder yang terkandung dalam isolat_I dari ekstrak etil asetat kulit batang tumbuhan pacar cina diduga senyawa golongan terpen yaitu: Humulen Epoksi II (4,12,12-trimethyl-9-methylene-5-oxatricyclo[8.2.0.04,6]dodecane) dengan rumus molekul $C_{15}H_{24}O$ (Mr=220); Bisiklik Seskuiterpen (1-isopropyl-4,7-dimethyl-1,2,4a,5,8,8a-hexahydronaphthalene) dengan rumus molekul $C_{15}H_{24}$ (Mr=205); α-santalan-seskuiterpen (3-((1R)-2-(2,3-dimethyltricyclo[2.2.1.02,6]heptan-3-yl)-1-

isopropoxyethyl)-2,2-dimethyloxirane) dengan rumus molekul $C_{18}H_{30}O_2$ (Mr=279).

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya sehingga penelitian dapat terlaksana dengan baik. Penulis juga menyampaikan ucapan terimakasih kepada ibu Dra. Nurul Hidajati., M.Si yang membimbing dalam penulisan artikel jurnal ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ersam, T. 2001. Senyawa kimia makromolekul beberapa tumbuhan Artocarpus hutan tropika Sumatera Barat, *Disertasi*, Bandung: ITB.
2. Achmad, S. A., 2004. Kimia Bahan Alam-suatu pendekatan untuk memahami potensi keanekeragaman hayati dalam bioindustri. *Prosiding pada Seminar Nasional* IKAHIMKI 5 September 2004 di Surabaya".
3. Widodo S.H. 2003. Aglaia Lour. In: Lemmens, R.H.M.J. and N. Bunyapraphatsara (eds.). *Plant Resources of South-East Asia No. 12 (3) Medicinal and Poisonous Plants 3*. London: Backhuys Publishers.
4. Jacobson, M. 1995. Insecticides, insectrepellants, and attractants from acid/semiacid-land plants. *Phytochemistry*, vol 32. pp : 138 – 146.
5. Castellanos, L., Correa, R.S.D., Martinez, E., dan Calderon, J.S. 2002. Oleanane Triterpenoid From Cedrela Montana (Meliaceae). *Z Naturforsch 57e.* pp : 575 – 578.
6. Ishibashi, F., et.al. 1993. Insectisidal 1H-cyclopenta [b] tetrahydrobenzofurans from aglaia odorata. *Phytochemistry*, Vol.32. pp : 307 – 310.
7. Chaidir. 2002. Insectisida rocaglamida-derivate und verwandte verbindungen aus aglaia-arten *(meliaceae)*. *Disertasi*. Tidak di publikasikan. Wurzburg.
8. Janprasert, J., et.al. 1993. Rocaglamide, a natural benzofuran insecticide from A. odorata. *Phytochemistry*, Vol. 32. pp: 67-69.
9. Wu, T.S., et.al. 1997. Cytotoxic and antiplatelet aggregation principle from Agalai ellipfolia. *Journal of Natural Product*. Vol 60. pp: 606-608.
10. Nugroho, B.W., et.al. 1997. New insectisidal rocagalmide derivatives from A. duperreana (Meliaceae). *Phtyochemistry*, Vol. 44. pp. 1455-1461.
11. Pizzolatti, M.G.,et.al. 2002. Two epimeric flavalignans from Trichilia catigna (Meliaceae) with antimicrobial activity. *Z naturforsch*. 57e. pp: 483-488.
12. Sudjadi. 1983. *Penentuan Struktur Senyawa Organik*. Ghalia Indonesia. Bandung.
13. Sembiring, Dalan Malem. 2011. *Isolasi dan analisis komponen kimia minyak atsiri dari daun tumbuhan binara (artemisia vulgaris l.) Di daerah kecamatan sibolangit kabupaten deli serdang dengan GC-Ms dan FT-IR*. FMIPA-Universitas Sumatera Utara Press, Medan.
14. Nohong. 2009. Skrining Fitokimia Tumbuhan Ophiopogon jaburan Lodd dari Kabupaten Kolaka Provinsi Sulawesi Tenggara. *Jurnal Pembelajaran Sains* Vol. 5 No. 2. pp: 172-178.
15. Jardine, K., et.al. *Volatile organic compound emissions from Larrea tridentata (creosotebush)*. University of Arizona-Biosphere 2, 32540 S. Biosphere Road, Oracle, AZ 85623, USA. http://maps.ics.trieste.it/Home/Compound/152. Tanggal akses: 10 April 2012.
16. Pereira, Nabia F. Gomes., et.al. 2003. Novel Santalane Sesquiterpenoids From The Stem Bark Of Duguetia Glabriuscula – Annonaceae. *Quim. Nova*, Vol. 26, No. 4. pp: 512-516.
17. Suwarso, W.P. 2004. *Lichen, Tanaman Suku Rendah yang Berpotensi sebagai Sumber Senyawa Kimia Bahan Alam Baru yang Berkhasiat sebagai Obat.* Universitas Indonesia Press, Depok.