



**SKRIPSI**

**ISOLASI SENYAWA ARTOBILOKSANTON DARI  
KULIT AKAR *Artocarpus elasticus***

**AMALIA ZAFITRI  
NRP. 1412 100 020**

Dosen Pembimbing  
Prof. Dr. Taslim Ersam

**JURUSAN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2016**



**SCRIPT**

**ISOLATION OF ARTOBILOXANTHONE FROM  
THE ROOT BARK OF *Artocarpus elasticus***

**AMALIA ZAFITRI  
NRP. 1412 100 020**

Advisor  
Prof. Dr. Taslim Ersam

**DEPARTMENT OF CHEMISTRY  
FACULTY OF MATHEMATICS AND NATURAL SCIENCES  
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER  
SURABAYA  
2016**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**ISOLASI SENYAWA ARTOBILOKSANTON DARI KULIT**  
**AKAR *Artocarpus elasticus***

**SKRIPSI**

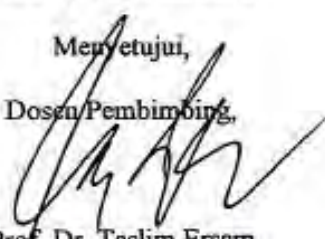
Oleh:

**AMALIA ZAFITRI**  
**NRP 1412 100 020**



Surabaya, 22 Juni 2016

Menyetujui,

Dosen Pembimbing,

  
Prof. Dr. Taslim Ersam  
NIP. 19520816 197903 1 004

Mengetahui,

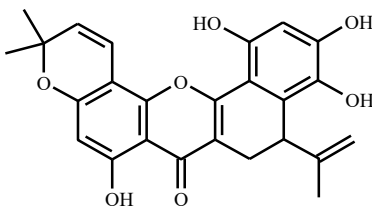
  
Ketua Jurusan Kimia,  
  
Prof. Dr. Didik Prasetyoko, S.Si., M.Sc  
NIP. 19710616 199703 1 002

# ISOLASI SENYAWA ARTOBILOKSANTON DARI KULIT AKAR *Artocarpus elasticus*

Nama : Amalia Zafitri  
NRP : 1412 100 020  
Jurusan : Kimia ITS  
Dosen Pembimbing : Prof. Dr. Taslim Ersam

## ABSTRAK

*Artocarpus* kaya akan senyawa fenolat salah satunya adalah flavonoid. Senyawa ini memiliki sifat bioaktivitas dan telah lama digunakan sebagai sumber pengobatan tradisional di Indonesia. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi senyawa flavonoid dari kulit akar *Artocarpus elasticus* yang berasal dari Pulau Alor, Nusa Tenggara Timur (NTT). Proses ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi menggunakan pelarut metilen klorida dan dilanjutkan dengan metode fraksinasi menggunakan Kromatografi Cair Vakum (KCV). Pemurnian dilakukan dengan metode rekristalisasi. Penentuan struktur senyawa dilakukan menggunakan analisis UV, IR,  $^1\text{H}$  dan  $^{13}\text{C}$  NMR. Senyawa yang berhasil diisolasi yaitu artobiloksanton (**1**) berupa padatan coklat muda dengan titik leleh 211-212 °C yang merupakan senyawa yang telah dilaporkan pada penelitian sebelumnya.



(1)

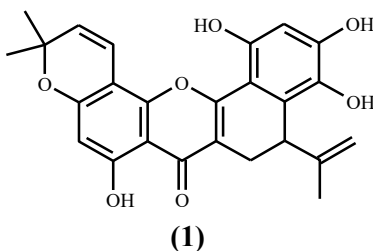
**Kata kunci :** *Artocarpus elasticus*, Artobiloksanton

## ISOLATION OF ARTOBILOXANTHONE FROM THE ROOT BARK OF *Artocarpus elasticus*

Name : Amalia Zafitri  
NRP : 1412 100 020  
Department : Chemistry ITS  
Advisor Lecture : Prof. Dr. Taslim Ersam

### ABSTRACT

*Artocarpus* species are rich in phenolic compounds including flavonoids. This compounds have many biological activity and has been used as the conventional resource of medicine in Indonesia. This study aimed to isolate flavonoids in the root bark of *Artocarpus elasticus* from Alor Island, East Nusa Tenggara. The process of extraction was conducted by maceration using methylene chloride as a solvent and followed by fractionation process using Column Vacuum Chromatography. Purification process was conducted by recrystallization method. The structure was determined by UV, IR,  $^1\text{H}$  and  $^{13}\text{C}$  NMR analysis. Isolated compound is artobiloxhantone (**1**) as light brown powder with melting point 211-212 °C that has similarity with previous research.



**Keyword :** *Artocarpus elasticus*, Artobiloxanthone

## KATA PENGANTAR

*Alhamdulillahirobbil'alamin.* Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga naskah Skripsi berjudul **“Isolasi Senyawa Artobiloksanton dari Kulit Akar *Artocarpus elasticus*”** ini dapat diselesaikan dengan baik. Tulisan ini tidak akan terwujud dengan baik tanpa bantuan dan dukungan dari semua pihak. Untuk itu penulis sangat berterima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Taslim Ersam, selaku dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan selama proses penyusunan naskah Skripsi ini,
2. Prof. Dr. Didik Prasetyoko, S.Si., M.Sc, selaku Ketua Jurusan Kimia atas fasilitas yang telah diberikan hingga naskah Skripsi ini dapat terselesaikan,
3. Drs. Agus Wahyudi M.S, selaku dosen wali atas pengarahannya,
4. Bapak dan Ibu yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan doa.
5. Dosen dan teman-teman Laboratorium Kimia Bahan Alam dan Sintesis yang membantu dan memberikan semangat dalam pengerjaan Skripsi ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa penulisan naskah Skripsi ini tidak lepas dari kekurangan. Oleh karena itu, penulis terbuka terhadap kritik dan saran yang membangun. Semoga Skripsi ini memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Surabaya, 22 Juni 2016

Penulis

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK .....	iv
ABSTRACT.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	ix
DAFTAR TABEL .....	xi
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Permasalahan.....	3
1.3 Hipotesis.....	3
1.4 Tujuan.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Tinjauan <i>A. elasticus</i> .....	5
2.2 Fitokimia dan Biogenesis Senyawa Flavonoid.....	6
2.3 Tinjauan Senyawa Flavonoid dalam Genus <i>Artocarpus</i> ..	8
2.4 Bioaktivitas Genus <i>Artocarpus</i> .....	11
2.5 Metode Pemisahan dan Pemurnian Senyawa .....	12
2.5.1 Ekstraksi .....	12
2.5.2 Kromatografi .....	12
2.6 Tinjauan Spektroskopi.....	14
2.6.1 Spektroskopi <i>Ultraviolet-Visible</i> .....	14
2.6.2 Spektroskopi <i>Infrared</i> .....	15
2.6.3 Spektroskopi Resonansi Magnetik Inti.....	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	17
3.1 Alat.....	17
3.2 Bahan.....	17
3.3 Prosedur Penelitian .....	18
3.3.1 Uji Pendahuluan .....	18
3.3.2 Ekstraksi Kulit Akar <i>A. elasticus</i> .....	18
3.3.3 Fraksinasi Ekstrak Metilen Klorida.....	19
3.3.4 Uji Kemurnian.....	20
3.3.5 Identifikasi Struktur Senyawa .....	20

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	23
4.1 Uji Pendahuluan .....	23
4.2 Ekstraksi Kulit Akar <i>A. elasticus</i> .....	24
4.3 Fraksinasi Ekstrak Metilen Klorida.....	24
4.4 Uji Kemurnian Senyawa .....	29
4.5 Penentuan Struktur .....	30
BAB V KESIMPULAN .....	41
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN .....	47
BIODATA PENULIS.....	49



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Jalur biogenesis senyawa flavonoid dari <i>A elasticus</i> .....	2
Gambar 2.1 Turunan flavonoid: (a) Kalkon, (b) Auron, dan (c) Flavon .....	6
Gambar 2.2 Kerangka turunan flavon: (a) Flavonol, (b) Flavanonol, (c) Flavanol, (d) Antosianidin, (e) Flavanon, (f) Neoflavonoid, dan (g) Isoflavon .....	7
Gambar 2.3 Jalur biogenesis pembentukan senyawa-senyawa flavonoid pada genus <i>Artocarpus</i> .....	8
Gambar 4.1 Kromatogram KLT hasil uji pendahuluan dengan menggunakan eluen yaitu (a) <i>n</i> -heksana 100%, (b) metilen klorida 100%, (c) etil asetat 100%, dan (d) metanol 100% .....	23
Gambar 4.2 Kromatogram KLT hasil KCV pertama menggunakan eluen etil asetat : <i>n</i> -heksana 50%.....	25
Gambar 4.3 Kromatogram KLT fraksi gabungan hasil KCV pertama menggunakan eluen (a) etil asetat : <i>n</i> -heksana 20% dan (b) etil asetat : <i>n</i> -heksana 50%...	26
Gambar 4.4 Kromatogram KLT hasil KCV kedua menggunakan eluen (a) etil asetat : <i>n</i> -heksana 50% dan (b) metanol : metilen klorida 5%.....	27
Gambar 4.5 Kromatogram KLT hasil rekristalisasi (a) endapan dan (b) filtrat menggunakan eluen metanol : metilen klorida 5%.....	28
Gambar 4.6 Kromatogram KLT senyawa <b>1</b> menggunakan eluen : (a) etil asetat : <i>n</i> -heksana 90%, (b) metanol : metilen klorida 5%, (c) etil asetat : metilen klorida 10%.....	30
Gambar 4.7 Kerangka dasar flavonoid tersubstitusi.....	31
Gambar 4.8 Spektrum UV senyawa <b>1</b> .....	31
Gambar 4.9 Kesetimbangan keto-enol dengan natrium hidroksida .....	32
Gambar 4.10 Tahapan reaksi saat penambahan pereaksi geser aluminium klorida dan asam klorida.....	32

Gambar 4.11 Spektrum UV saat penambahan natrium hidroksida .....	33
Gambar 4.12 Spektrum UV saat penambahan aluminium klorida dan asam klorida .....	33
Gambar 4.13 Spektrum UV saat penambahan natrium asetat .....	34
Gambar 4.14 Spektrum IR senyawa <b>1</b> .....	35
Gambar 4.15 Perbandingan struktur senyawa <b>1</b> dengan Artobiloksanton ( <b>24</b> ) .....	37

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Daerah serapan IR terhadap gugus fungsi.....	15
Tabel 4.1	Pengelompokan fraksi hasil pemisahan KCV pertama .....	25
Tabel 4.2	Pengelompokan fraksi hasil pemisahan KCV kedua .....	27
Tabel 4.3	Data kelarutan senyawa <b>1</b> .....	28
Tabel 4.4	Data perbandingan pergeseran ( $\delta$ ) $^1\text{H-NMR}$ dan $^{13}\text{C-NMR}$ senyawa <b>1</b> dengan Artobiloksanton ( <b>24</b> ).....	38

# BAB I

## PENDAHULUAN

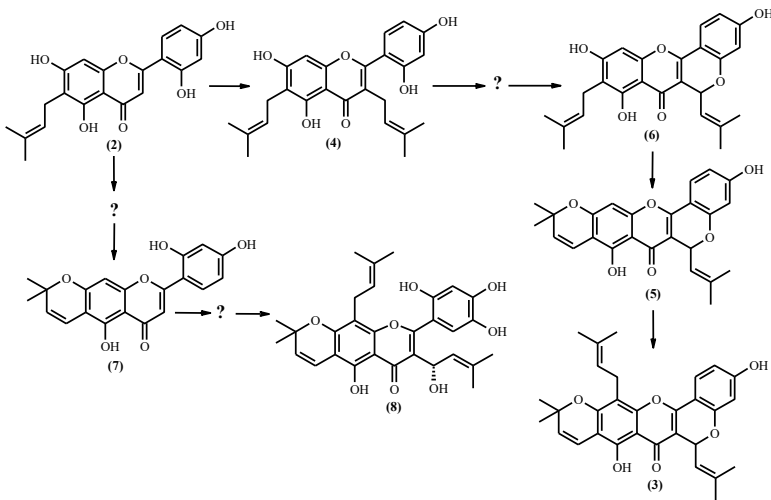
### 1.1 Latar Belakang

Keanekaragaman hayati di negara Indonesia sangatlah luas, hal ini dikarenakan kondisi dataran dan cuaca di Indonesia yang berbeda di setiap kepulauan. Perbedaan ini menyebabkan berbagai macam tumbuhan yang mendiami suatu ekosistem tertentu memiliki cara tersendiri dalam pemenuhan kebutuhan hidup dan mempertahankan hidupnya dari serangan musuh. Beberapa tumbuhan memiliki suatu senyawa yang dapat memproteksi diri mereka sendiri dari berbagai macam penyakit. Selain sebagai alat proteksi diri, tumbuhan tersebut juga telah lama digunakan sebagai obat oleh masyarakat pedesaan zaman dahulu. Beberapa tumbuhan obat yang digunakan, salah satunya berasal dari famili Moraceae.

Famili Moraceae terdiri dari 17 genus dan memiliki 80 spesies yang terdistribusi di seluruh wilayah Indonesia (Heyne, 1987). Salah satu genus tumbuhan dari famili ini yang potensial digunakan sebagai obat adalah genus *Artocarpus*. Karakteristik dari genus *Artocarpus* yaitu memiliki pohon yang tinggi dan getah putih dengan daging buah yang mengandung banyak biji. Buah, akar, dan daunnya sering digunakan sebagai obat tradisional untuk menyembuhkan malaria, sirosis hati, hipertensi, dan diabetes. Hal ini dikarenakan genus ini kaya akan senyawa metabolit sekunder fenolat seperti flavonoid, kalkon, dan arilbenzofuran. Beberapa konstituen tersebut telah dilaporkan memiliki aktivitas antimalaria, antiinflamasi, sitotoksik, dan lain-lain (Ramli dkk., 2013).

Pada penelitian sebelumnya, telah berhasil diisolasi beberapa senyawa turunan fenolat yang diambil dari genus *Artocarpus* diantaranya morusin (**9**), artonin E (**10**), sikloartobiloksanton (**11**), dan artonol B (**12**) dari *Artocarpus altilis* (Ersam, 2004). Spesies lain dari Genus *Artocarpus* yang pernah diteliti adalah *Artocarpus elasticus*. Senyawa yang

berhasil diisolasi diantaranya artokarpesin (**2**), artelastokromen (**3**) (Kijjoa dkk., 1996), kudraflavon c (**4**), isosiklomorusin (**5**) (Musthapa dkk., 2009), siklokomunin (**6**) (Kijjoa dkk., 1998), sikloartokarpesin (**7**) (Ramli dkk., 2013), dan artelastoheterol (**8**) (Ko dkk., 2005). Sebagian besar senyawa tersebut merupakan turunan dari flavonoid. Perbedaan posisi dan jenis substituen menyebabkan flavonoid memiliki banyak model struktur, sehingga perlu dilakukan pemetaan senyawa berdasarkan tingkat oksidasinya (Gambar 1.1). Berdasarkan pemetaan biogenesis senyawa-senyawa tersebut terdapat kemungkinan adanya senyawa flavonoid baru yang dapat diisolasi dari *A. elasticus*.



Gambar 1.1 Jalur biogenesis senyawa flavonoid dari *A. elasticus*

Penelitian mengenai bioaktivitas telah dilakukan terhadap beberapa spesies *Artocarpus* dari Indonesia diantaranya *A. heterophyllus*, *A. altilis*, and *A. chempeden* (Verheij dan Coronel, 1992). Spesies *Artocarpus* tersebut memiliki sifat pengobatan yang sangat potensial dikarenakan mengandung senyawa flavonoid yang bersifat farmakologi dimana keberadaannya terdistribusi di dalam biji maupun bagian lain dari spesies *Artocarpus* (Hakim dkk., 2006). Berdasarkan penelitian tersebut, dapat diketahui bahwa senyawa golongan flavonoid memiliki sifat bioaktivitas dan telah lama digunakan sebagai sumber pengobatan tradisional di Indonesia. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai adanya senyawa flavonoid baru yang terkandung dalam tumbuhan *A. elasticus*.

## **1.2 Permasalahan**

Permasalahan pada penelitian ini adalah apakah masih ditemukan senyawa flavonoid baru yang belum dilaporkan dari *A. elasticus* yang berasal dari Pulau Alor, Nusa Tenggara Timur (NTT).

## **1.3 Hipotesis**

Berdasarkan pemetaan biogenesis senyawa flavonoid yang telah dilaporkan di *A. elasticus* (Gambar 1.1), masih terdapat peluang ditemukannya senyawa flavonoid baru yang dapat diisolasi dari tumbuhan tersebut.

## **1.4 Tujuan**

Tujuan pada penelitian ini adalah untuk memperoleh senyawa flavonoid baru yang diisolasi dari *A. elasticus* yang berasal dari Pulau Alor, Nusa Tenggara Timur (NTT).

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Tinjauan *A. elasticus*

*A. elasticus* merupakan salah satu jenis dari *Artocarpus* yang tergolong dalam satu marga dengan pohon nangka dan sukun. Tumbuhan ini di wilayah Indonesia memiliki beberapa julukan nama, biasanya oleh masyarakat Yogyakarta (Jawa) pohon ini disebut *benda*. Masyarakat suku Dayak di wilayah sungai Pesaguan dan Gerunggang menyebut tumbuhan ini dengan nama *torap* untuk pohon yang masih muda atau *punuk* untuk pohon yang telah berbuah. Secara taksonomi, *A. elasticus* diklasifikasikan sebagai berikut :

Kerajaan	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Bangsa	: Rosales
Keluarga	: Moraceae
Marga	: <i>Artocarpus</i>
Jenis	: <i>A. elasticus</i>

(Jagtap dan Bapat, 2010)

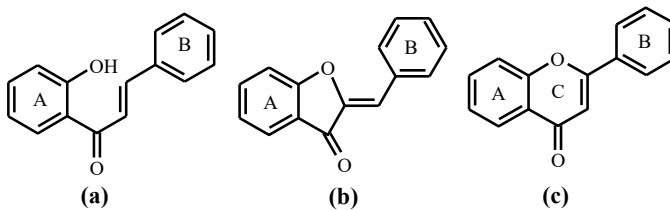
*A. elasticus* dikenal memiliki variasi ekologi yang bermacam-macam dengan jumlah yang melimpah dan terdistribusi di berbagai macam ekosistem hutan tropis. *A. elasticus* memiliki morfologi pohon hermaphrodit dengan ketinggian pohon mencapai 15-30 m, dimana semua bagian pohon mengandung getah putih. Batangnya tegak, berwarna coklat, dan memiliki permukaan yang kasar. Daun tersusun spiral atau berseling, seluruhnya menyirip, dan berwarna hijau, serta memiliki jenis akar tunggang berwarna coklat dan sangat kuat. *A. elasticus* merupakan tumbuhan endemik dari Asia Selatan dan

Asia Tenggara, New Guinea dan Pasifik Selatan (Jagtap dan Bapat, 2010).

## 2.2 Fitokimia dan Biogenesis Senyawa Flavonoid

Spesies dalam genus *Artocarpus* mengandung beberapa senyawa non fenol dan senyawa fenol. Senyawa kelompok non fenol yang umumnya terdapat pada genus *Artocarpus* berupa senyawa terpenoid seperti triterpen, dan senyawa steroid seperti  $\beta$ -sitosterol dan stigmasterol. Kandungan senyawa kelompok fenol sangat beragam seperti: flavonoid dan turunannya, stilben, dan santon.

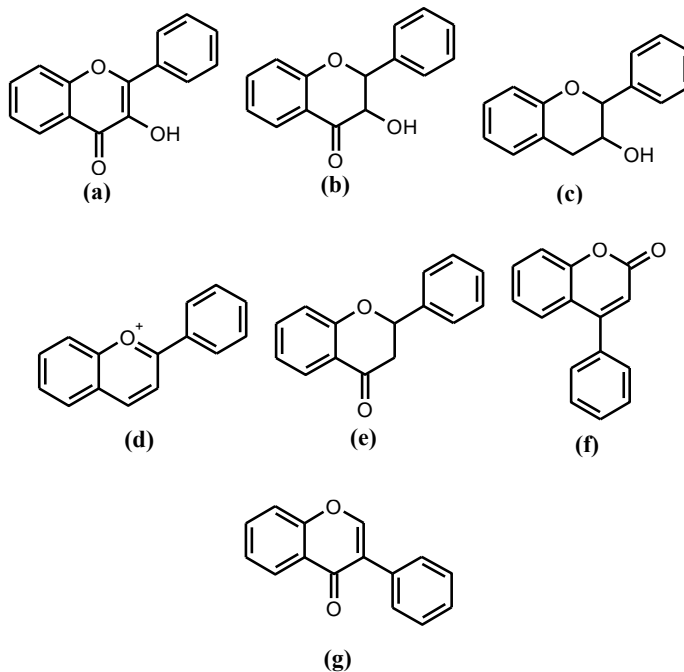
Flavonoid diketahui terdistribusi secara luas pada tumbuhan. Peranan senyawa ini cukup beragam, mulai dari memproduksi pigmen berwarna kuning, merah, atau biru pada bunga, hingga sebagai penangkal terhadap mikroba dan insekta. Senyawa ini memiliki struktur dasar yang dibangun oleh 15 atom C ( $C_6-C_3-C_6$ ). Secara umum flavonoid dapat dibagi ke dalam tiga jenis berdasarkan perbedaan struktur  $C_3$  yang mengikat dua gugus benzen. Ketiga jenis tersebut adalah kalkon, auron, dan flavon (Gambar 2.1) (Vermerris dan Nicholson, 2006).



Gambar 2.1 Turunan flavonoid: (a) Kalkon, (b) Auron, dan (c) Flavon

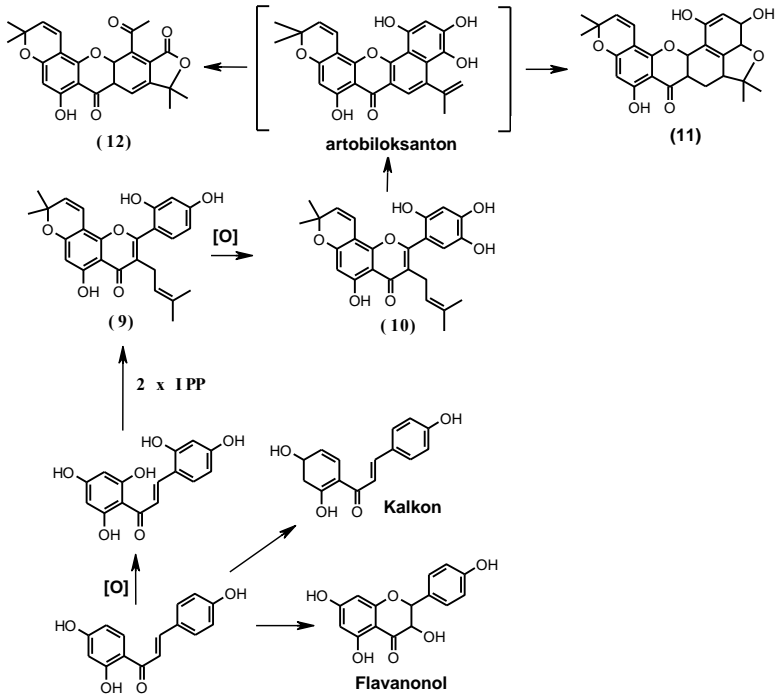
Flavon masih terbagi lagi atas beberapa turunan, antara lain flavonol, flavanol, flavanonol, antosianidin, flavanon, neoflavonoid, dan isoflavon (Gambar 2.2).





Gambar 2.2 Kerangka turunan flavon: (a) Flavonol, (b) Flavanonol, (c) Flavanol, (d) Antosianidin, (e) Flavanon, (f) Neoflavonoid, dan (g) Isoflavon (Yang dkk., 2015)

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, penelitian akan isolasi senyawa fenolat telah menghasilkan beberapa senyawa diantaranya morusin (**9**), artonin E (**10**), sikloartobiloksanton (**11**), dan artonol B (**12**) dari *A. altilis* (Ersam, 2004). Senyawa-senyawa fenolat yang sebagian besar adalah turunan flavonoid memiliki hubungan kekerabatan molekuler yang ditunjukkan dengan pemetaan jalur biogenesis pembentukan senyawa-senyawa flavonoid pada genus *Artocarpus* (Gambar 2.3).



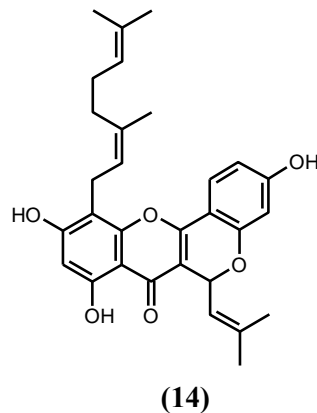
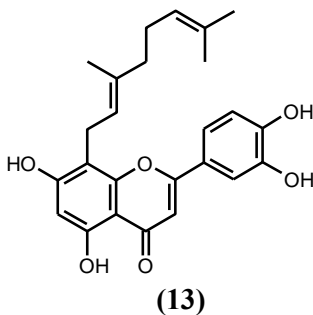
Gambar 2.3 Jalur biogenesis pembentukan senyawa-senyawa flavonoid pada genus *Artocarpus*

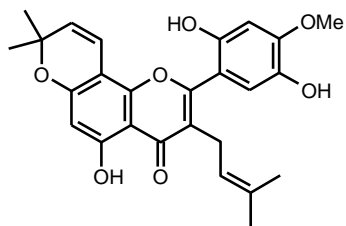
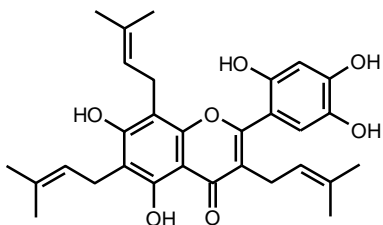
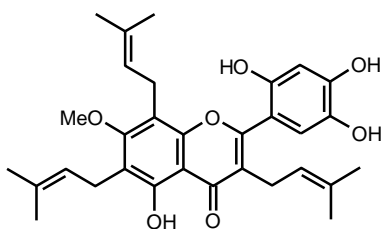
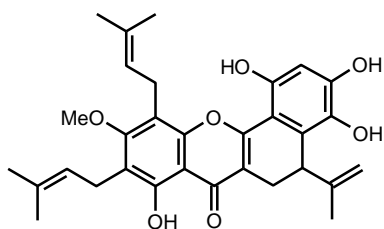
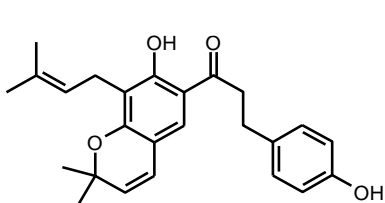
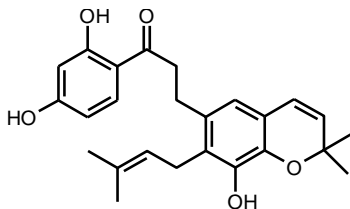
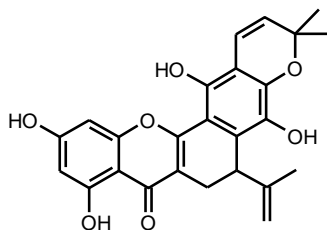
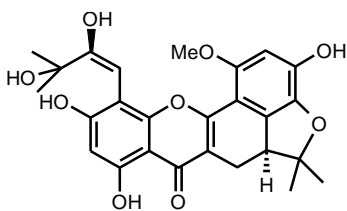
### 2.3 Tinjauan Senyawa Flavonoid dalam Genus *Artocarpus*

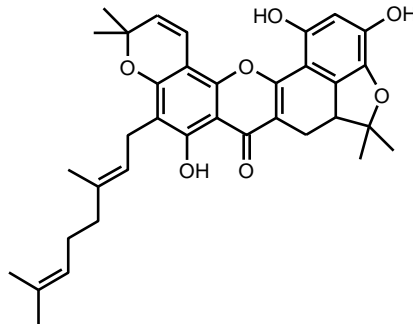
Tumbuhan yang hidup di daerah tropis umumnya berperan sebagai sumber utama penghasil senyawa kimia berupa metabolit primer maupun metabolit sekunder. Metabolit sekunder adalah senyawa-senyawa yang terbentuk dari biosintesis senyawa metabolit primer dimana metabolit primer yang berlebih dalam tubuh tumbuhan akan diubah menjadi senyawa lain. Senyawa metabolit sekunder memiliki sifat aktif terhadap perlindungan diri dari pengaruh gangguan penyakit maupun untuk mempertahankan hidup organisme dalam ekosistemnya (Ersam dan Mudjirahmini, 2006).

Senyawa metabolit sekunder yang tergolong dalam turunan flavonoid hasil isolasi dari genus *Artocarpus* yang telah dilaporkan pada penelitian sebelumnya diantaranya :

- a) *A. styracifolius*, pada kulit akar tumbuhan ini didapatkan styracifolin C (**13**) (Ren dkk., 2013).
- b) *A. communis*, pada kulit akar tumbuhan ini didapatkan cyclogeracommunin (**14**) dan artoflavone A (**15**) (Lin dkk., 2009).
- c) *A. champeden*, pada tumbuhan ini didapatkan Pannokin B (**16**), Pannokin C (**17**), dan Pannokin A (**18**) (Minakawa dkk., 2013).
- d) *A. elasticus*, pada daun tumbuhan ini didapatkan elastichalcone A (**19**) dan elastichalcone B (**20**) (Ramli dkk., 2013).
- e) *A. elasticus*, pada kulit akar tumbuhan ini didapatkan artelastoxanthone (**21**), cycloartelastoxanthendiol (**22**), dan cycloartelastoxanthone (**23**) (Ko dkk., 2005).



**(15)****(16)****(17)****(18)****(19)****(20)****(21)****(22)**



(23)

#### 2.4 Bioaktivitas Genus *Artocarpus*

Beragam spesies dari genus *Artocarpus* sering digunakan sebagai obat tradisional di Selatan hingga Timur Asia untuk mengobati peradangan, malaria, dan perawatan luka pada lambung, abses serta diare. Terdapat sebuah tradisi yang dikenal dengan sebutan *gaen-kanun* dimana kupasan kayu dari tumbuhan *A. heterophyllus* direbus dalam air. Tradisi ini sering dilakukan oleh biarawan Thailand karena hasil rebusan dari tumbuhan tersebut memiliki kualitas obat yang luar biasa. Sekali dalam seminggu, jubah direndam dalam rebusan sukun dan di keringkan di bawah sinar matahari. Perlakuan ini tidak pernah menyebabkan bau dan malah memberikan proteksi dari infeksi jamur dan penyakit kulit.

Daun dari *A. altilis* telah digunakan sebagai obat tradisional untuk menyembuhkan penyakit sirosis hati, hipertensi, dan diabetes. Bubuk coklat yang disebut *Puag-Haad* di Thailand adalah produk dari larutan ekstrak kupasan kayu *A. lakoocha Roxb.* Bubuk ini merupakan obat tradisional untuk mengobati infeksi cacing pita di Thailand. Getah dalam *A. lowii* digunakan sebagai obat salep dan minyak untuk memasak oleh masyarakat tradisional. *A. chempeden* adalah salah satu dari obat tradisional yang pernah digunakan oleh masyarakat Indonesia, benihnya digunakan untuk mengobati diare dan akarnya untuk mengobati

malaria. Di wilayah bagian barat Jawa, *A. elasticus* Reinw. Ex Blume telah digunakan untuk mengobati peradangan, kontrasepsi pada wanita (kulit kayu), disentri (getah), dan untuk mengobati tuberkulosis (daun muda) (Jagtap dan Bapat, 2010).

## **2.5 Metode Pemisahan dan Pemurnian Senyawa**

### **2.5.1 Ekstraksi**

Ekstraksi adalah teknik pemisahan campuran berdasarkan perbedaan kelarutan komponen zat terlarut dengan prinsip *like dissolve like*. Komponen yang bersifat polar dapat dipisahkan dari campuran menggunakan pelarut polar, begitu pula pada komponen yang bersifat non polar dipisahkan dengan menggunakan pelarut non polar. Tujuan ekstraksi bahan alam adalah untuk mendapatkan komponen kimia yang terdapat dalam tumbuhan. Ekstraksi ini didasarkan pada perpindahan massa komponen zat ke dalam pelarut, dimana perpindahan mulai terjadi pada lapisan antar muka kemudian berdifusi masuk ke dalam larutan.

Terdapat beberapa metode ekstraksi antara lain cara dingin yaitu maserasi dan perkolasi, sedangkan dengan cara panas yaitu refluks, sokletasi, digesti, infus, dan dekok. Maserasi adalah cara ekstraksi yang paling sederhana. Sampel dalam bentuk serbuk direndam dalam pelarut sampai meresap dan melunakkan susunan sel sehingga zat-zat yang mudah larut akan segera larut. Waktu lamanya maserasi berbeda-beda, antara 3-5 hari. Rendaman harus dikocok berulang-ulang karena dalam keadaan diam selama maserasi menyebabkan turunnya perpindahan bahan aktif pada sampel (Harborne, 1996).

### **2.5.2 Kromatografi**

Kromatografi merupakan metode pemisahan berdasarkan pada perbedaan distribusi dari penyusunan cuplikan antara dua fasa yaitu fasa diam dan fasa gerak. Fasa gerak membawa zat terlarut melalui media, hingga terpisah dari zat terlarut lainnya yang terelusi lebih awal atau lebih akhir. Umumnya zat terlarut

dibawa melewati media pemisah oleh cairan atau gas yang disebut eluen. Fasa diam dapat bertindak sebagai zat penyerap atau dapat bertindak melarutkan zat terlarut, sehingga terjadi partisi antara fasa diam dan fasa gerak. Kromatografi ada bermacam-macam diantaranya :

- a. Kromatografi Lapis Tipis merupakan metode kromatografi yang pemisahannya dilakukan dengan cara pelarut sebagai fase gerak dialirkan melalui lapis tipis yang melekat pada material pendukung fasa diamnya yang didasarkan pada adsorpsi senyawa oleh permukaan lempeng tipis untuk analisis kualitatif. Fasa diamnya berupa lempeng gelas atau alumunium yang dilapisi dengan lapisan tipis alumina, silika gel, atau bahan serbuk lainnya. Senyawa yang terpisah dapat digolongkan berdasarkan nilai *Retardation factor* ( $R_f$ ) yang serupa. Setiap senyawa memiliki nilai  $R_f$  yang khas. Faktor retensi dinyatakan sebagai perbandingan antara jarak perpindahan senyawa terhadap jarak perpindahan pelarutnya. Dalam KLT indikasi senyawa selesai terekstrak ditandai dengan adanya noda yang tebal pada plat (Kristanti dkk., 2008).
- b. Kromatografi Kolom adalah kromatografi yang menggunakan kolom sebagai alat untuk memisahkan komponen-komponen dalam campuran. Pemisahan kromatografi kolom adsorpsi didasarkan pada adsorpsi komponen-komponen campuran dengan afinitas berbeda-beda terhadap permukaan fasa diam (Hendayana, 2006). Salah satu jenis dari kromatografi kolom adalah kromatografi cair vakum. Kromatografi cair vakum tergolong kromatografi kolom yang ditambahkan pompa vakum untuk menarik eluen dengan tekanan sehingga eluen dapat tertarik melalui kolom. Adsorben atau fasa diamnya biasanya berupa padatan polar seperti silika gel maupun padatan semi polar alumina. Sampel yang telah diimpregnasi dengan adsorben dimasukkan ke dalam kolom secara merata,

eluen yang akan digunakan kemudian dimasukkan ke dalam kolom secara kontinyu. Suatu senyawa dalam sampel yang bersifat nonpolar masuk ke dalam adsorben akan mengisi rongga-rongga pada permukaan luar adsorben sehingga akan terlebih dahulu terelusi dengan pelarut nonpolar, sehingga turun ke bagian bawah kolom begitu seterusnya hingga pelarut ditingkatkan kepolarannya dan senyawa polar pada bagian dalam adsorben akan terelusi (Ibnu, 2008).

## **2.6 Tinjauan Spektroskopi**

Hasil isolasi bahan alam yang telah murni memerlukan analisa lanjutan untuk mengetahui struktur serta komponen apa saja yang terkandung pada senyawa tersebut. Dalam menentukan struktur kimianya diperlukan analisis menggunakan spektroskopi.

### **2.6.1 Spektroskopi *Ultraviolet-Visible***

Spektroskopi *Ultraviolet-Visible* (UV-Vis) merupakan salah satu teknik analisis yang memakai sumber radiasi elektromagnetik ultraviolet dekat (190-380 nm) dan sinar tampak (380-780 nm) dengan memakai instrumen spektrofotometer. Spektrofotometer UV-Vis digunakan untuk menentukan gugus pengadsorpsi (kromofor). Kromofor merupakan gugus tak jenuh kovalen (adanya ikatan rangkap terkonjugasi) yang dapat menyerap radiasi dalam daerah uv dan sinar tampak. Penyerapan radiasi bisa terjadi karena adanya eksitasi molekul dari tingkat energi dasar ke tingkat energi lebih tinggi (Mulja dan Suharman, 1995).

Spektrofotometer UV-Vis terdiri atas spektrometer dan fotometer. Spektrotometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditranmisikan atau yang diabsorpsi. Spektrofotometer tersusun atas sumber spektrum yang kontinyu, monokromator, sel pengabsorpsi untuk larutan sampel atau blanko dan suatu alat untuk mengukur perbedaan absorpsi antara sampel dan blanko ataupun pembanding (Khopkar, 2008).



### 2.6.2 Spektroskopi *Infrared*

Spektroskopi *infrared* (IR) atau inframerah didasarkan pada prinsip penyerapan panjang gelombang inframerah. Cahaya inframerah terbagi menjadi inframerah dekat, pertengahan, dan jauh. Inframerah pada spektrofotometer adalah inframerah jauh dan pertengahan yang mempunyai panjang gelombang 2.5-1000 $\mu$ m. Umumnya spektrofotometer IR digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi pada suatu senyawa, terutama senyawa organik. Setiap serapan pada panjang gelombang tertentu menggambarkan adanya gugus fungsi yang spesifik (Mulja dan Suharman, 1995). Puncak-puncak spesifik ini terjadi dikarenakan gugus fungsi mengalami vibrasi ketika dikenai gelombang inframerah (Tabel 2.1) (McMurry, 1999).

Tabel 2.1 Daerah serapan IR terhadap gugus fungsi

Gugus	Senyawa	Daerah Serapan ( $\text{cm}^{-1}$ )
C-O	Alkohol, eter, asam karboksilat, ester	800 – 1300
C-N	Amina	1000 – 1250
C=C	Alkena	1500 – 1900
C=O	Aldehid, keton, asam karboksilat, ester	1600 – 1850
C $\equiv$ C	Alkuna	2100 – 2150
C-H	Alkana	2850 – 3000
O-H	Alkohol, fenol (monomer)	2700 – 3800 (lebar)

(Silverstein, 1998)

### 2.6.3 Spektroskopi Resonansi Magnetik Inti

Spektroskopi resonansi magnetik inti atau *nuclear magnetic resonance* (NMR) memberikan gambaran mengenai jenis atom, jumlah, dan lingkungan atom hidrogen ( $^1\text{H}$  NMR) maupun karbon ( $^{13}\text{C}$  NMR). Spektroskopi NMR didasarkan pada penyerapan gelombang radio oleh inti-inti tertentu dalam molekul organik, apabila molekul tersebut berada dalam medan magnet

yang kuat. Spektrum  $^1\text{H-NMR}$  digunakan untuk mengetahui jumlah setiap tipe hidrogen yang terdapat dalam suatu molekul, serta mengetahui sifat lingkungan dari setiap atom hidrogen tersebut dengan membandingkan antara data referensi dengan analisis kopling tiap spin. Sedangkan spektrum  $^{13}\text{C-NMR}$  memberikan laporan tentang jumlah karbon yang terdapat dalam molekul dengan semua pergeseran kimia dan dapat mengetahui sifat lingkungannya (Hart, 1983).

## BAB III METODOLOGI PENELITIAN

### 3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain seperangkat alat gelas seperti gelas ukur, labu erlenmeyer, labu ukur, gelas piala, pipet tetes, pipet volume, pengaduk kaca, kaca arloji, pipet kapiler, pinset, bejana pengembang (*chamber*) dan botol vial, seperangkat alat kromatografi cair vakum (KCV), rotari evaporator vakum *BUCHI*, seperangkat alat kromatografi lapis tipis (KLT), lampu UV dengan panjang gelombang 254 nm dan 366 nm, seperangkat alat uji titik leleh *Fisher-John*, spektrofotometer UV-Vis *GENESYS 10S*, spektrofotometer FTIR dalam KBr *Shimadzu*, dan spektrometer NMR *AGILENT* (500MHz untuk  $^1\text{H-NMR}$  dan 125MHz untuk  $^{13}\text{C-NMR}$ ).

### 3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kulit akar *A. elasticus* yang diperoleh dari Pulau Alor Nusa Tenggara Timur (NTT) kemudian dipindahkan ke Laboraturium Kimia Bahan Alam dan Sintesis Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Silika gel 60 G untuk kromatografi kolom, silika gel 60 (70-230 mesh) untuk impregnasi, aluminium *sheets* 20x20 cm silika gel 60 *F<sub>254</sub> merck* untuk kromatografi lapis tipis (KLT), larutan penampak noda serium sulfat [ $\text{Ce}(\text{SO}_4)_2$ ] 1,5% dalam  $\text{H}_2\text{SO}_4$  2N, KBr untuk uji spektrofotometer *infrared* (IR), pelarut DMSO untuk uji spektrometer NMR, kertas saring *whatman*, aluminium foil, plastik *wrap*, pelarut teknis dan pro analisis (p.a) seperti *n*-heksana ( $\text{C}_6\text{H}_{12}$ ), metilen klorida ( $\text{CH}_2\text{Cl}_2$ ), etil asetat (EtOAc), metanol (MeOH), natrium hidroksida (NaOH), aluminium klorida ( $\text{AlCl}_3$ ), asam klorida (HCl), natrium asetat ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ), dan asam borat ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ).

### **3.3      **Prosedur Penelitian****

#### **3.3.1    **Uji Pendahuluan****

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit akar tumbuhan *A. elasticus* dalam bentuk serbuk berwarna coklat muda berasal dari Pulau Alor, Nusa Tenggara Timur. Sebelum dilakukan ekstraksi, sampel diuji pendahuluan terlebih dahulu dengan menggunakan 4 pelarut yang berbeda kepolarannya untuk mengetahui pelarut yang sesuai pada proses ekstraksi. Uji pendahuluan dilakukan dengan maserasi 1 g sampel kedalam 4 macam pelarut yaitu *n*-heksana, metilen klorida, etil asetat, dan metanol masing-masing 10 mL selama 1x24 jam. Kemudian dimonitoring masing-masing ekstrak menggunakan kromatografi lapis tipis (KLT) dengan eluen *n*-heksana, metilen klorida, etil asetat, dan metanol masing-masing 100%. Noda pada kromatogram KLT dideteksi dibawah sinar ultraviolet, disemprot dengan larutan serum sulfat  $[Ce(SO_4)_2]$  1,5% dalam asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) untuk menampakkan noda senyawa, dan dipanaskan di dalam oven pada suhu sekitar 60 °C. Noda yang muncul pada setiap ekstrak kemudian dibandingkan untuk mengetahui pelarut apa yang dapat mengekstrak senyawa yang diinginkan yang kemudian digunakan dalam proses ekstraksi.

#### **3.3.2    **Ekstraksi Kulit Akar *A. elasticus*****

Sampel sebanyak 2,4 kg diekstraksi secara maserasi selama 3x24 jam dengan menggunakan pelarut metilen klorida. Pergantian pelarut dilakukan setiap 1x24 jam. Hasil dari ekstraksi berupa cairan, kemudian dimonitoring menggunakan KLT dan dievaporasi menggunakan rotari evaporator vakum untuk mendapatkan ekstrak padat. Dari proses tersebut, didapatkan ekstrak pekat berwarna coklat tua sebanyak 32,8673 g. Kemudian dilakukan proses fraksinasi menggunakan kromatografi cair vakum (KCV).

### 3.3.3 Fraksinasi Ekstrak Metilen Klorida

Proses fraksinasi KCV pertama dilakukan menggunakan eluen etil asetat : *n*-heksana yang ditingkatkan kepolarannya (5%, 10%, 20%, dan 50%) masing-masing sebanyak 6 vial dengan volume 300 mL. Penambahan eluen etil asetat dan metanol 100% dilakukan sebagai glontoran akhir pada proses KCV masing-masing sebanyak 1 vial dengan volume 600 mL. Setiap vial kelima dari proses KCV dimonitoring dengan KLT menggunakan eluen etil asetat : *n*-heksana 50% kemudian dikelompokkan berdasarkan kemiripan *R<sub>f</sub>* dan profil noda senyawa. Tahapan fraksinasi pertama menghasilkan 9 fraksi yaitu fraksi A, B, C, D, E, F, G, H, dan I yang kemudian masing-masing dievaporasi untuk menghilangkan pelarut dan mendapatkan ekstrak pekat. Fraksi F dan G digabung untuk dilakukan pemisahan KCV kedua dengan total massa 3,9461 g menggunakan eluen etil asetat : *n*-heksana (15%, 20%, 25%, dan 30%) yang ditingkatkan kepolarannya. Hasil pemisahan dengan KCV ditampung dalam vial masing-masing 100 mL. Subfraksi dimonitoring dengan KLT menggunakan eluen etil asetat : *n*-heksana 50% kemudian dikelompokkan berdasarkan kemiripan *R<sub>f</sub>* dan profil noda senyawa. Pada tahapan pemisahan ini didapatkan 6 subfraksi yaitu a, b, c, d, e, dan f yang kemudian masing-masing dievaporasi untuk mendapatkan ekstrak pekat. Pada proses evaporasi terbentuk 2 fasa yaitu fasa padat dan fasa cair pada fraksi b, c, dan d. Ketiga subfraksi tersebut kemudian dipisahkan fasa padat dan fasa cairnya menjadi b1 dan b2, c1 dan c2, serta d1 dan d2. Fraksi \*1 berupa fasa cair dan fraksi \*2 berupa fasa padat.

Subfraksi f hasil evaporasi kemudian diuji kelarutannya untuk menentukan pelarut yang digunakan dalam proses rekristalisasi. Subfraksi f larut sempurna dalam metanol dan etil asetat, larut sebagian dalam metilen klorida, dan tidak larut dalam *n*-heksana. Subfraksi f sebanyak 0,2390 g dilarutkan dalam metilen klorida. Endapan hitam yang terbentuk dipisahkan dengan kertas saring. Filtrat f dievaporasi dan ditambahkan metilen klorida kemudian dipanaskan menggunakan *waterbath*

dengan suhu sekitar  $\pm 38\text{ }^{\circ}\text{C}$  hingga volume berkurang. Pelarut *n*-heksana ditambahkan sedikit demi sedikit hingga tepat mulai keruh kemudian dibiarkan pada suhu ruang dalam erlenmeyer yang ditutup menggunakan aluminium foil. Endapan yang terbentuk disaring dengan kertas saring *whatman* dan penyaring vakum. Proses rekristalisasi dilakukan berulang sebanyak 4 kali untuk mendapatkan fraksi murni padat dan diperoleh senyawa murni sebanyak 0,0520 g.

### 3.3.4 Uji Kemurnian

Uji kemurnian pada senyawa **f** atau senyawa **1** hasil isolasi dilakukan dengan cara uji tiga eluen dan uji titik leleh. Uji tiga eluen dilakukan diatas plat KLT menggunakan komposisi tiga eluen yang berbeda kepolarannya untuk mendapatkan posisi noda pada posisi atas, tengah, dan bawah. Eluen yang digunakan antara lain etil asetat : *n*-heksana 90%, metanol : metilen klorida 5%, dan etil asetat : metilen klorida 10%.

Uji titik leleh dilakukan dengan meletakkan butiran kecil senyawa **1** pada *object glass* yang diletakan pada plat titik leleh *Fisher john*. Suhu dinaikan secara bertahap sambil terus diamati perubahan fisik yang terjadi pada padatan. Titik leleh diperoleh saat padatan mulai meleleh sampai meleleh sempurna dengan rentang suhu  $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

### 3.3.5 Identifikasi Struktur Senyawa

#### 3.3.5.1 Spektrofotometer UV

Padatan murni senyawa **1** sebanyak  $\pm 1,00\text{ mg}$  dilarutkan kedalam metanol pro analisis (p.a). Blanko yang digunakan adalah pelarut metanol pa. Larutan blanko dan metanol-sampel masing-masing dimasukan dalam kuvet. Pengukuran dilakukan dengan rentang panjang gelombang 250-600 nm dan dicatat  $\lambda_{\text{max}}$  yang diserap dalam bentuk spektrum antara  $\lambda$  dan absorbansi. Kemudian dilakukan pengulangan perlakuan dengan menambahkan pereaksi geser untuk mengetahui efek batokromik.

### 3.3.5.2 Spektrofotometer IR

Padatan murni senyawa **1** diambil  $\pm 1,00$  mg dan digerus dalam bubuk KBr dengan mortar hingga homogen. Campuran yang telah homogen dicetak hingga menjadi padatan transparan. Padatan yang telah dicetak kemudian diletakkan dalam sampel *holder* dan ditempatkan pada instrumen spektrofotometer *infrared* (IR) kemudian diukur vibrasinya pada bilangan gelombang 500-4000  $\text{cm}^{-1}$ . Data yang diperoleh adalah puncak-puncak khas pada bilangan gelombang tertentu yang menunjukkan gugus fungsi dari senyawa hasil isolasi.

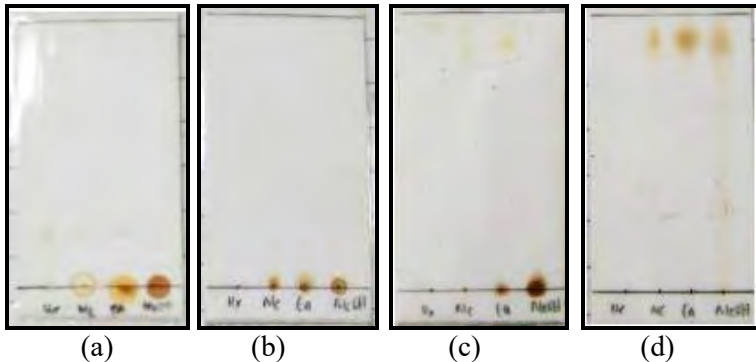
### 3.3.5.3 Spektrometer NMR

Padatan murni senyawa **1** sebanyak  $\pm 10,00$  mg dilarutkan dalam pelarut DMSO. Larutan sampel dimasukkan dalam tabung injeksi kemudian di letakan dalam alat uji NMR *AGILENT* (500MHz untuk  $^1\text{H}$ -NMR dan 125MHz untuk  $^{13}\text{C}$ -NMR).

## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Uji Pendahuluan

Uji pendahuluan bertujuan untuk mengetahui pelarut organik yang sesuai dalam proses ekstraksi senyawa-senyawa yang diinginkan. Uji pendahuluan dilakukan dengan cara maserasi 1 g serbuk sampel dari kulit akar *A. elasticus* ke dalam 4 pelarut yang berbeda kepolarannya antara lain *n*-heksana, metilen klorida, etil asetat, dan metanol masing-masing 10 mL selama 1x24 jam. Hasil dari proses maserasi diamati dengan menggunakan kromatografi lapis tipis (KLT) yang kemudian disemprot menggunakan larutan penampak noda serum sulfat  $[Ce(SO_4)_2]$  1,5% dalam asam sulfat ( $H_2SO_4$ ) dan dipanaskan di dalam oven pada suhu sekitar 60 °C.



Gambar 4.1 Kromatogram KLT hasil uji pendahuluan ekstrak *n*-heksana, metilen klorida, etil asetat, dan metanol dengan menggunakan 4 eluen yaitu (a) *n*-heksana 100%, (b) metilen klorida 100%, (c) etil asetat 100%, dan (d) metanol 100%

Kromatogram KLT uji pendahuluan menunjukkan profil noda berwarna kuning pada ekstrak metilen klorida, etil asetat, dan metanol yang dielusi menggunakan etil asetat dan metanol



masing-masing 100% (Gambar 4.1). Berdasarkan hal tersebut, metilen klorida dapat mengekstrak golongan flavonoid yang bersifat semi polar hingga polar karena metilen klorida bersifat semi polar, sehingga lebih spesifik dalam mengekstrak senyawa. Hal ini dikarenakan tidak semua senyawa dapat terekstrak, sehingga lebih mudah saat proses pemisahan. Oleh karena itu, metilen klorida dipilih sebagai pelarut untuk proses maserasi.

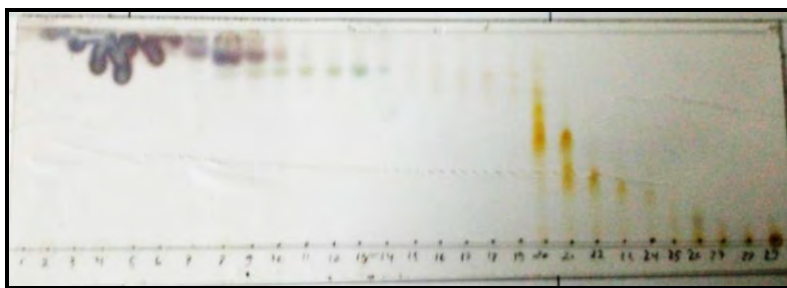
#### **4.2 Ekstraksi Kulit Akar *A. elasticus***

Ekstraksi dilakukan dengan metode maserasi. Sebanyak 2,4 kg sampel yang sudah dalam bentuk serbuk dimaserasi menggunakan pelarut metilen klorida selama 3x24 jam. Setiap 1x24 jam hasil ekstraksi diambil dan diganti dengan menggunakan pelarut yang baru dan dikontrol menggunakan KLT untuk mengetahui kadar senyawa yang terekstrak agar semua senyawa dapat terekstrak sempurna. Hal ini ditandai dengan tebal atau tipisnya noda yang muncul pada kromatogram KLT. Jika noda yang muncul tebal maka masih terdapat banyak senyawa yang belum terekstrak, sehingga perlu dilakukan proses maserasi kembali. Sedangkan jika noda tipis maka hanya tertinggal sedikit senyawa yang belum terekstrak. Ekstrak metilen klorida berwarna kuning kecoklatan disaring untuk memisahkan ekstrak cair dari residunya dan dievaporasi menggunakan *rotary vacuum evaporator* untuk memisahkan senyawa dari pelarutnya. Hasil dari proses maserasi tersebut berupa ekstrak pekat berwarna coklat kehitaman sebanyak 32,8673 g.

#### **4.3 Fraksinasi Ekstrak Metilen Klorida**

Proses fraksinasi dilakukan menggunakan kromatografi cair vakum (KCV) menggunakan eluen yang sesuai yaitu yang dapat mengekstrak senyawa target dengan meningkatkan kepolaran. Eluen yang digunakan dalam proses fraksinasi pertama adalah etil asetat : *n*-heksana dengan konsentrasi 5%, 10%, 20%, dan 50%. Hasil dari fraksinasi KCV pertama ditampung kedalam vial masing-masing 300 mL sebanyak 6 vial pada setiap konsentrasi. Fraksinasi menggunakan KCV dimaksudkan untuk

mendapatkan beberapa golongan fraksi agar lebih mudah dalam proses pemisahan selanjutnya. Pada tahapan terakhir, ekstrak digelontor menggunakan etil asetat 100% dan metanol 100% untuk menampung senyawa-senyawa yang belum terekstrak dalam konsentrasi tersebut dan dimonitoring dengan plat KLT menggunakan eluen etil asetat : *n*-heksana 50%. Berdasarkan kromatogram KLT noda dengan waktu retensi yang relatif sama digabung, sehingga diperoleh 9 fraksi gabungan (Gambar 4.2 dan Tabel 4.1).



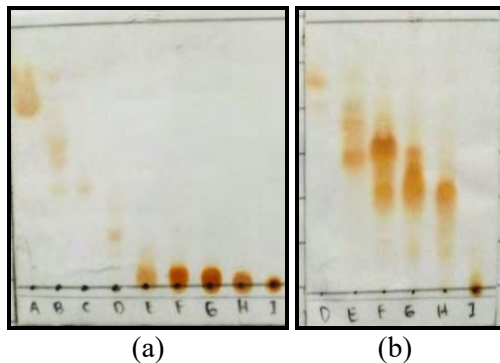
Gambar 4.2 Kromatogram KLT hasil KCV pertama menggunakan eluen etil asetat : *n*-heksana 50%

Tabel 4.1 Pengelompokan fraksi hasil pemisahan KCV pertama

Fraksi	No. Vial	Massa (g)
A	1 – 5	13,0372
B	6 – 10	2,9314
C	11 – 14	1,4392
D	15 – 19	1,2728
E	20	3,7357
F	21	2,7427
G	22	1,2034
H	23 – 25	1,3305
I	26 – 29	8,3545

Berdasarkan kromatogram KLT fraksi gabungan dapat dilihat proses pemisahan senyawa pada ekstrak metilen klorida

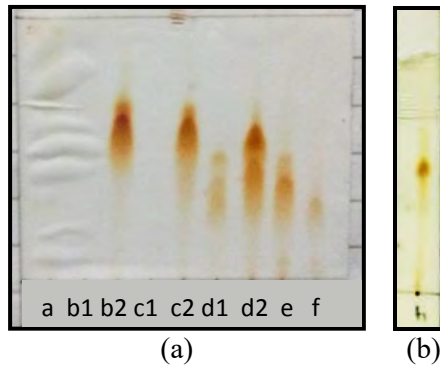
(Gambar 4.3). Fraksi A, B, C, dan D mengandung senyawa-senyawa yang bersifat non polar dikarenakan  $R_f$  senyawa yang sangat tinggi jika dibandingkan dengan golongan fraksi lainnya. Sementara fraksi E, F, G, dan H mengandung senyawa-senyawa yang bersifat polar. Pada fraksi I mengandung senyawa-senyawa yang bersifat sangat polar. Berdasarkan hal tersebut, fraksi F dan G dipilih untuk proses pemisahan selanjutnya dikarenakan noda yang berwarna kuning memiliki intensitas yang tebal, sehingga diperkirakan terdapat golongan senyawa flavonoid dalam jumlah banyak.



Gambar 4.3 Kromatogram KLT fraksi gabungan hasil KCV pertama menggunakan eluen (a) etil asetat : *n*-heksana 20% dan (b) etil asetat : *n*-heksana 50%

Fraksi F dan G digabung dengan total massa menjadi 3,9461 g. Gabungan kedua fraksi tersebut dipisahkan dengan KCV menggunakan eluen etil asetat : *n*-heksana dengan peningkatan kepolaran dimulai dari konsentrasi 15%, 20%, 25%, dan 30%. Hasil KCV ditampung dalam vial masing-masing sebanyak 100 mL. Kontroling dilakukan menggunakan KLT untuk mengetahui keberadaan senyawa yang diisolasi menggunakan eluen etil asetat : *n*-heksana 50%. Proses pemisahan kedua menghasilkan 6 subfraksi yang dikelompokkan berdasarkan kemiripan  $R_f$  dan profil noda. Pada proses evaporasi

terbentuk 2 fasa yaitu fasa padat dan fasa cair pada subfraksi b, c, dan d. Ketiga subfraksi tersebut dipisahkan bagian padat dan cair menjadi b1 dan b2, c1 dan c2, serta d1 dan d2. Fraksi \*1 berupa fasa cair dan fraksi \*2 berupa fasa padat. Total subfraksi yang didapat menjadi 9 subfraksi (Gambar 4.4 dan Tabel 4.2).



Gambar 4.4 (a) Kromatogram KLT hasil KCV kedua menggunakan eluen etil asetat : *n*-heksana 50% dan (b) Kromatogram KLT subfraksi f menggunakan eluen metanol : metilen klorida 5%

Tabel 4.2 Pengelompokan fraksi hasil pemisahan KCV kedua

Fraksi	No. Vial	Massa (g)
a	1 – 11	0,1815
b1	12 – 13	0,1260
b2	12 – 13	0,0452
c1	14 – 18	0,0554
c2	14 – 19	0,3639
d1	19 – 29	0,6457
d2	19 – 29	0,1608
e	30 – 34	0,2910
f	35 – 41	0,2390

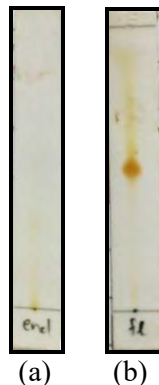
Subfraksi f dipilih untuk dilakukan tahap pemurnian, dikarenakan subfraksi tersebut memiliki profil noda yang

sederhana dan diperkirakan mengandung pengotor yang bisa dihilangkan dengan proses rekristalisasi. Adanya pengotor ditandai dengan munculnya garis halus di bawah dan di atas noda senyawa. Sebelum memulai proses pemurnian diperlukan uji kelarutan terlebih dahulu agar dapat menentukan pelarut yang digunakan dalam proses rekristalisasi.

Tabel 4.3 Data kelarutan senyawa 1

Pelarut	Kelarutan
Metanol	Larut
Etil Asetat	Larut
Metilen Klorida	Larut sebagian
n-heksana	Tidak larut

Berdasarkan data uji kelarutan subfraksi f atau senyawa 1, sebanyak 0,2390 g direkristalisasi dengan menggunakan metilen klorida untuk mengetahui bagian yang tidak larut merupakan senyawa target atau pengotor (Tabel 4.3). Saat ditambahkan metilen klorida, terbentuk endapan hitam yang kemudian disaring. Filtrat dan endapan masing-masing di KLT menggunakan eluen metanol : metilen klorida 5%.



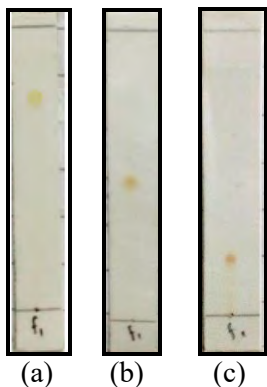
Gambar 4.5 Kromatogram KLT hasil rekristalisasi (a) endapan dan (b) filtrat menggunakan eluen metanol : metilen klorida 5%

Berdasarkan kromatogram KLT hasil rekristalisasi dapat diketahui bahwa endapan yang terbentuk pada penambahan metilen klorida adalah pengotor, sedangkan filtrat adalah senyawa target (Gambar 4.5). Setelah dipisahkan, filtrat dievaporasi dan ditambahkan dengan metilen klorida panas. Kemudian ditambahkan dengan pelarut yang tidak melarutkan yaitu *n*-heksana agar terbentuk endapan. Kedua pelarut tersebut dipilih berdasarkan prinsip dari rekristalisasi yaitu senyawa dilarutkan pada pelarut yang melarutkan kemudian ditambahkan sedikit-demi sedikit pelarut yang tidak melarutkan. Endapan yang terbentuk berupa padatan berwarna coklat muda yang kemudian dipisahkan menggunakan kertas saring *whatman* dan alat penyaring vakum. Proses rekristalisasi dilakukan pada suhu ruang dan dibiarkan 1x24 jam. Proses rekristalisasi di atas diulangi sebanyak 4 kali untuk mendapatkan padatan senyawa murni dalam jumlah banyak. Total hasil rekristalisasi adalah 0,0520 g.

#### 4.4 Uji Kemurnian Senyawa

Penentuan murni atau tidaknya senyawa dilakukan dengan 3 eluen yang masing-masing memiliki kepolaran yang berbeda. Eluen yang digunakan untuk uji kemurnian senyawa **1** adalah etil asetat : *n*-heksana 90%, metanol : metilen klorida 5%, dan etil asetat : metilen klorida 10%. Dari hasil uji 3 eluen terbentuk profil noda tunggal pada kromatogram KLT, sehingga dapat disimpulkan bahwa senyawa hasil rekristalisasi telah murni (Gambar 4.6).

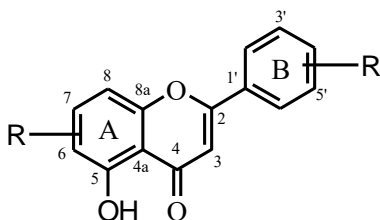
Uji titik leleh dilakukan selain sebagai salah satu syarat dalam elusidasi struktur juga merupakan parameter murninya suatu senyawa yaitu terdapat rentang  $\pm 1$  °C dari tahap mulai meleleh sampai meleleh seluruhnya. Senyawa **1** memiliki titik leleh 211 – 212 °C. Senyawa **1** larut sempurna dalam metanol, etil asetat, dan metilen klorida, serta tidak larut dalam *n*-heksana.



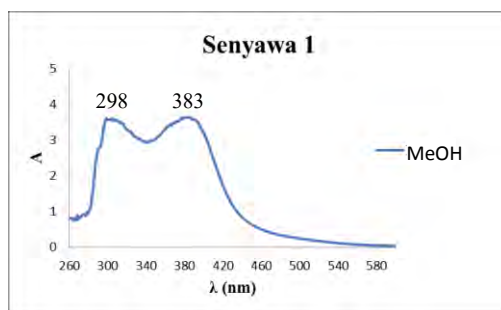
Gambar 4.6 Kromatogram KLT senyawa **1** menggunakan eluen :  
 (a) etil asetat : *n*-heksana 90%, (b) metanol : metilen klorida 5%, (c) etil asetat : metilen klorida 10%

#### 4.5 Penentuan Struktur

Senyawa **1** diisolasi dari ekstrak metilen klorida dalam bentuk padatan berwarna coklat muda. Senyawa **1** memiliki titik leleh 211 – 212°C yang diukur menggunakan alat uji titik leleh *Fisher-John*. Pengukuran dengan spektrofotometer ultraviolet (UV) menghasilkan spektrum UV pada serapan  $\lambda_{\text{maks}}$  298 nm dan 383 nm (Gambar 4.8). Serapan pada  $\lambda$  298 nm (pita II) menunjukkan adanya ikatan rangkap terkonjugasi (-C=C-C=C-) atau aromatik yang disebabkan oleh eksitasi elektron dari  $\pi \rightarrow \pi^*$ . Serapan pada  $\lambda$  383 nm (pita I) menunjukkan adanya sistem konjugasi heteroatom dengan karbon ikatan rangkap (-C=C-C=O) atau karbonil yang disebabkan oleh eksitasi elektron dari  $n \rightarrow \pi^*$ . Kedua puncak serapan tersebut termasuk dalam rentang puncak serapan khas yang dimiliki oleh senyawa golongan flavonoid yaitu sekitar 240 – 285 nm pada pita II dan 300 – 550 nm pada pita I. Sehingga dapat diperkirakan bahwa senyawa **1** merupakan flavonoid tersubstitusi (Gambar 4.7).



Gambar 4.7 Kerangka dasar flavonoid tersubstitusi

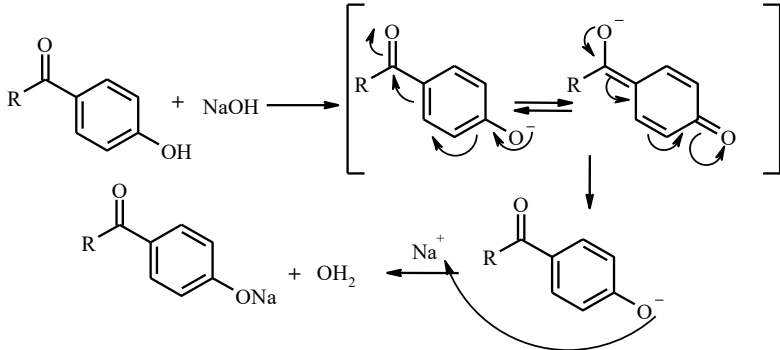


Gambar 4.8 Spektrum UV senyawa 1

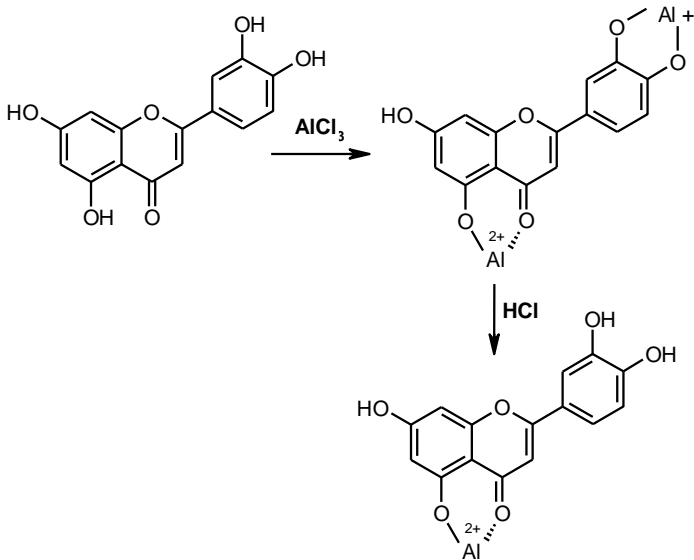
Pengukuran menggunakan spektrofotometer UV-vis juga dilakukan untuk mengetahui substituen yang terdapat pada kerangka senyawa dengan menambahkan pereaksi geser diantaranya natrium hidroksida (NaOH), aluminium klorida ( $\text{AlCl}_3$ ), asam klorida (HCl), natrium asetat ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ), dan asam borat ( $\text{H}_3\text{BO}_3$ ). Pada penambahan basa natrium hidroksida terjadi pergeseran batokromik pada pita I dari 383 nm menjadi 414 nm (Gambar 4.11), dikarenakan adanya perpanjangan konjugasi dari kesetimbangan keto-enol. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa 1 tergolong dalam senyawa fenolat (Gambar 4.9) (Ito dkk., 1997). Pada penambahan aluminium klorida dan asam klorida terjadi pergeseran batokromik pada pita I dari 383 nm menjadi 458 nm dan 424 nm (Gambar 4.12). Hal ini menunjukkan adanya gugus karbonil yang bertetangga dengan gugus hidroksi (khelat) dan adanya gugus *orto* hidroksi yang membentuk kompleks ketika ditambahkan kedua pereaksi



tersebut secara bertahap (Gambar 4.10) (Purwaningsih dan Ersam, 2007).

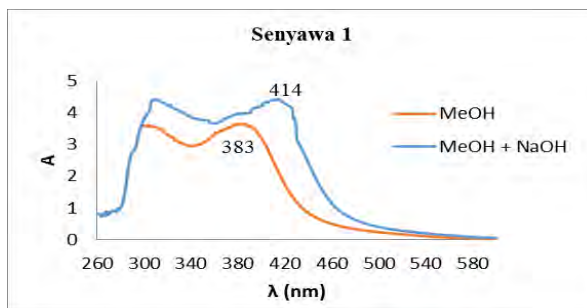


Gambar 4.9 Kestimbangan keto-enol dengan natrium hidroksida

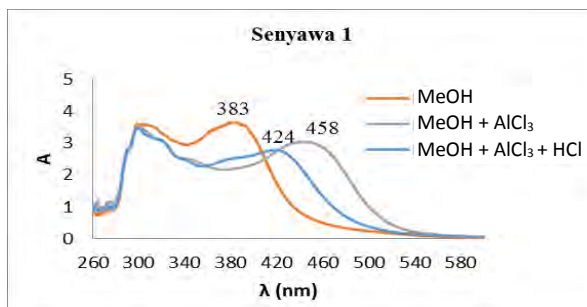


Gambar 4.10 Tahapan reaksi saat penambahan pereaksi geser aluminium klorida dan asam klorida

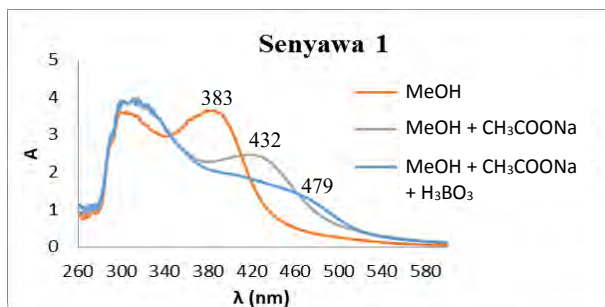
Pada penambahan natrium asetat dan asam borat terjadi pergeseran batokromik pada pita I dari 383 nm menjadi 432 nm dan 479 nm (Gambar 4.13). Hal ini menunjukkan adanya substituen hidroksi pada posisi *orto*. Kemudian pada pita II dalam penambahan natrium asetat tidak terjadi pergeseran hal ini menunjukkan tidak adanya gugus hidroksi pada karbon posisi 7 di cincin A (Mabry, 1969). Analisa dari hasil pembahasan di atas menunjukkan bahwa senyawa **1** merupakan senyawa golongan flavonoid yang tersubstitusi gugus *orto* hidroksi, memiliki khelat, dan tidak memiliki substituen hidroksi pada karbon posisi 7 pada kerangka dasar flavonoid. Untuk meyakinkan hipotesa tersebut, maka dilakukan analisa lanjutan berdasarkan data spektrum inframerah.



Gambar 4.11 Spektrum UV saat penambahan natrium hidroksida



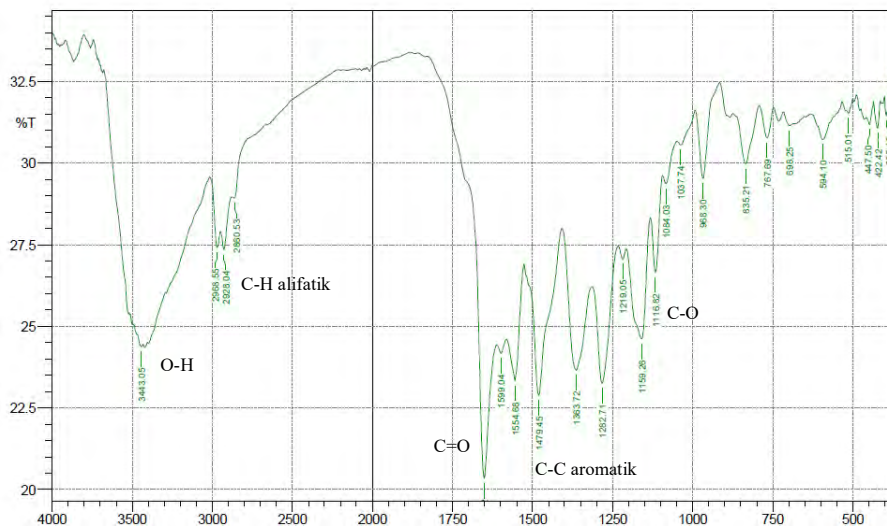
Gambar 4.12 Spektrum UV saat penambahan aluminium klorida dan asam klorida



Gambar 4.13 Spektrum UV saat penambahan natrium asetat dan asam borat

Selanjutnya dilakukan pengukuran spektrum inframerah (IR) dengan menggunakan spektrofotometer FTIR dalam KBr *Shimadzu* untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada senyawa **1**. Spektrum IR yang terukur diantaranya pada bilangan gelombang  $3443\text{ cm}^{-1}$  dengan puncak serapan melebar menunjukkan adanya gugus hidroksi, pada  $2969\text{ cm}^{-1}$  dan  $2928\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya C-H alifatik ( $\text{sp}^3$ ), pada  $1651\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus karbonil (C=O), pada  $1554\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya C-C aromatis, dan pada  $1116\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya eter (C-O) (Gambar 4.14).

Berdasarkan analisa data spektrum UV dan IR, maka dapat disarankan senyawa **1** merupakan senyawa dengan kerangka dasar flavonoid yang memiliki substituen gugus hidroksi, gugus karbonil, gugus alkil, dan gugus orto hidroksi.



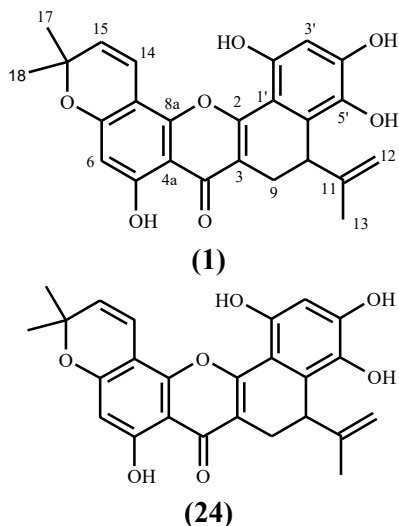
Gambar 4.14 Spektrum IR senyawa **1**

Senyawa **1** dianalisa menggunakan spektrometer NMR *AGILENT* dengan frekuensi 500 MHz untuk  $^1\text{H}$ -NMR dan 125 MHz untuk  $^{13}\text{C}$ -NMR dalam pelarut DMSO. Pada pengukuran tersebut didapatkan spektrum pergeseran dari setiap jenis hidrogen maupun karbon yang terukur berdasarkan jumlah, lingkungan, multiplisitas, dan konstanta kopling yang dihitung untuk mengetahui jarak antar pergeseran pada proton yang sama. Data spektrum pergeseran proton dan karbon nantinya dapat menjadi acuan dalam mengidentifikasi jenis hidrogen dan karbon yang terkandung dalam senyawa **1**. Spektrum  $^1\text{H}$ -NMR memunculkan sinyal pada area *downfield*  $\delta_{\text{H}}$  13.36 ppm (1H, s) merupakan khelat dari gugus hidroksi yang bertetangga dengan gugus karbonil. Sinyal khas  $\delta_{\text{H}}$  6.85 ppm (1H, *d*,  $J = 10\text{ Hz}$ ) dan  $\delta_{\text{H}}$  5.71 ppm (1H, *d*,  $J = 10\text{ Hz}$ ) merupakan metin pada cincin kromen. Sinyal  $\delta_{\text{H}}$  1.40 ppm yang memiliki 6 proton dengan multiplisitas *doublet* ( $J = 20$ ) merupakan 2 metil yang terikat pada cincin kromen. Spektrum  $^1\text{H}$ -NMR pada sinyal  $\delta_{\text{H}}$  (ppm) 3.86

(1H, *d*,  $J = 10$  Hz), 4.16 (1H, *s*) dan 4.60 (1H, *s*), 2.38 (1H, *dd*,  $J = 20$  Hz) dan 3.24 (1H, *d*,  $J = 15$  Hz), serta sinyal metil pada  $\delta_{\text{H}}$  1.70 ppm (3H, *s*) merupakan kerangka isoprenil yang terikat pada cincin B. Isoprenil termodifikasi dikarenakan mengalami siklikasi dengan cincin B dan metilen yang terbentuk terdapat pada bagian terminal. Sinyal  $\delta_{\text{H}}$  6.47 ppm dan 6.16 ppm masing-masing memiliki 1H dan singlet merupakan proton aromatis. Pada spektrum  $^1\text{H-NMR}$  juga muncul 3 sinyal yaitu  $\delta_{\text{H}}$  (ppm) 10.28 , 9.74 , dan 8.07 masing-masing memiliki 1H dan singlet merupakan gugus hidroksi yang terikat pada cincin B. Dua gugus hidroksi terikat pada posisi *orto* dan gugus hidroksi ketiga berada pada posisi *para* terhadap salah satu hidroksi. Analisa tersebut diperkuat karena adanya kromen dan khelat hidroksi yang terikat pada cincin A. Hasil analisa berdasarkan spektrum  $^1\text{H-NMR}$  dapat disimpulkan bahwa senyawa **1** merupakan senyawa flavonoid yang memiliki gugus kromen yang terikat pada cincin A, 3 gugus hidroksi yang terikat pada cincin B, 1 khelat hidroksi, dan isoprenil.

Analisa selanjutnya yaitu data spektrum  $^{13}\text{C}$  NMR sebagai berikut  $\delta_{\text{C}}$  (ppm) 179.6 ; 161.1 ; 160.7 ; 157.9 ; 150.8 ; 150.8 ; 144.34 ; 135.4 ; 128.6 ; 127.3 ; 114.9 ; 111.2 ; 109.5 ; 105.0 ; 104.1 ; 102.6 ; 100.8 ; 98.7 ; 72.0 ; 36.7 ; 28.0 ; 27.6 ; 21.6 dan 21.3. Terdapat beberapa sinyal khas dari data di atas yang menunjukkan jenis karbon tertentu diantaranya  $\delta_{\text{C}}$  179.6 ppm menunjukkan adanya karbonil (C=O) dan  $\delta_{\text{C}}$  78.0 ppm menunjukkan adanya oksikarbon pada gugus kromen, yang diperkuat dengan adanya sinyal pada  $\delta_{\text{C}}$  157.9 ppm dan 98.7 ppm yang merupakan karbon kuarternar, 114.9 ppm dan 128.6 ppm yang merupakan metin serta 27.6 ppm dan 28.0 ppm yang merupakan metil. Untuk mengetahui posisi gugus kromen terhadap kerangka dasar, dapat ditinjau dari pergeseran karbon yang muncul. Pada pergeseran karbon 95.0 ppm mengindikasikan adanya gugus kromen yang berada pada posisi linear, sedangkan pergeseran karbon 98.0 ppm mengindikasikan adanya gugus kromen yang berada pada posisi angular (Jayasinghe, 2008). Pada

spektrum  $^{13}\text{C}$ -NMR senyawa **1** terdapat sinyal pada  $\delta\text{c}$  98.7 ppm, sehingga gugus kromen pada senyawa ini berada pada posisi angular. Berdasarkan analisa spektrum  $^1\text{H}$ -NMR dan  $^{13}\text{C}$ -NMR serta adanya data pendukung dari spektrum UV dan IR, dapat disarankan bahwa senyawa **1** analogi dengan senyawa artobiloksanton (**24**), karena memiliki data spektrum  $^1\text{H}$ -NMR dan  $^{13}\text{C}$ -NMR dan substituen yang terikat pada kerangka dasar flavonoid yang hampir sama (Gambar 4.15). Berdasarkan hal tersebut, maka perlu dilakukan perbandingan data spektrum pergeseran  $^1\text{H}$ -NMR dan  $^{13}\text{C}$ -NMR kedua senyawa tersebut (Tabel 4.4).

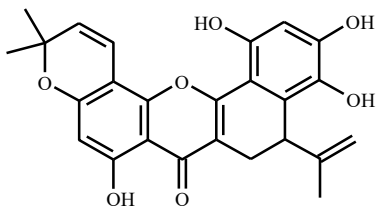


Gambar 4.15 Perbandingan struktur senyawa **1** dengan Artobiloksanton (**24**)

Tabel 4.4 Data Perbandingan pergeseran ( $\delta$ )  $^1\text{H-NMR}$  dan  $^{13}\text{C-NMR}$  senyawa **1** dengan Artobiloksanton (**24**) (Jayasinghe, 2008)

No. Karbon	$\delta_{\text{H}}$ (ppm)		$\delta_{\text{C}}$ (ppm)	
	<b>1</b>	<b>24</b>	<b>1</b>	<b>24</b>
2	-	-	161.1	161.7
3	-	-	109.5	110.8
4	-	-	179.6	180.1
4a	-	-	104.1	104.8
5	13.36 (OH, <i>s</i> )	12.82 (OH, <i>s</i> )	160.7	159.5
6	6.16 (1H, <i>s</i> )	6.24 (1H, <i>s</i> )	100.8	100.6
7	-	-	157.9	159.2
8	-	-	98.7	100.4
8a	-	-	150.8	151.0
9	2.38 (1H, <i>dd</i> , <i>J</i> 20Hz) 3.24 (1H, <i>d</i> , <i>J</i> 15Hz)	2.63 (1H, <i>dd</i> , <i>J</i> 16.6 dan 7.8 Hz) 3.36 (1H, <i>dd</i> , <i>J</i> 16.6 dan 1.7 Hz)	21.6	21.7
10	3.86 (1H, <i>d</i> , <i>J</i> 10Hz)	3.86 (1H, <i>brd</i> , <i>J</i> 7Hz)	36.7	38.1
11	-	-	150.8	149.8
12	4.16 (1H, <i>s</i> ) 4.60 (1H, <i>s</i> )	4.51 (1H, <i>brs</i> ) 4.80 (1H, <i>brs</i> )	111.2	112.8
13	1.70 (3H, <i>s</i> )	1.79 (3H, <i>s</i> )	21.3	20.9
14	6.85 (1H, <i>d</i> , <i>J</i> 10Hz)	6.54 (1H, <i>d</i> , <i>J</i> 10Hz)	114.9	113.9
15	5.71 (1H, <i>d</i> , <i>J</i> 10Hz)	5.64 (1H, <i>d</i> , <i>J</i> 10Hz)	128.6	128.7
16	-	-	78.0	77.9
17	1.40 dan 1.44 (6H, <i>d</i> , <i>J</i> 20Hz)	1.46 (3H, <i>s</i> )	27.6	27.9
18		1.48 (3H, <i>s</i> )	28.0	28.1
1'	-	-	105.0	105.2
2'	-	-	150.8	150.4
3'	6.47 (1H, <i>s</i> )	6.51 (1H, <i>s</i> )	102.6	103.0
4'	-	-	144.3	144.8
5'	-	-	135.4	134.7
6'	-	-	127.3	127.7

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa senyawa **1** merupakan senyawa artobiloksanton yang telah dilaporkan pada penelitian sebelumnya dengan kerangka senyawa sebagai berikut (Jayasinghe, 2008).

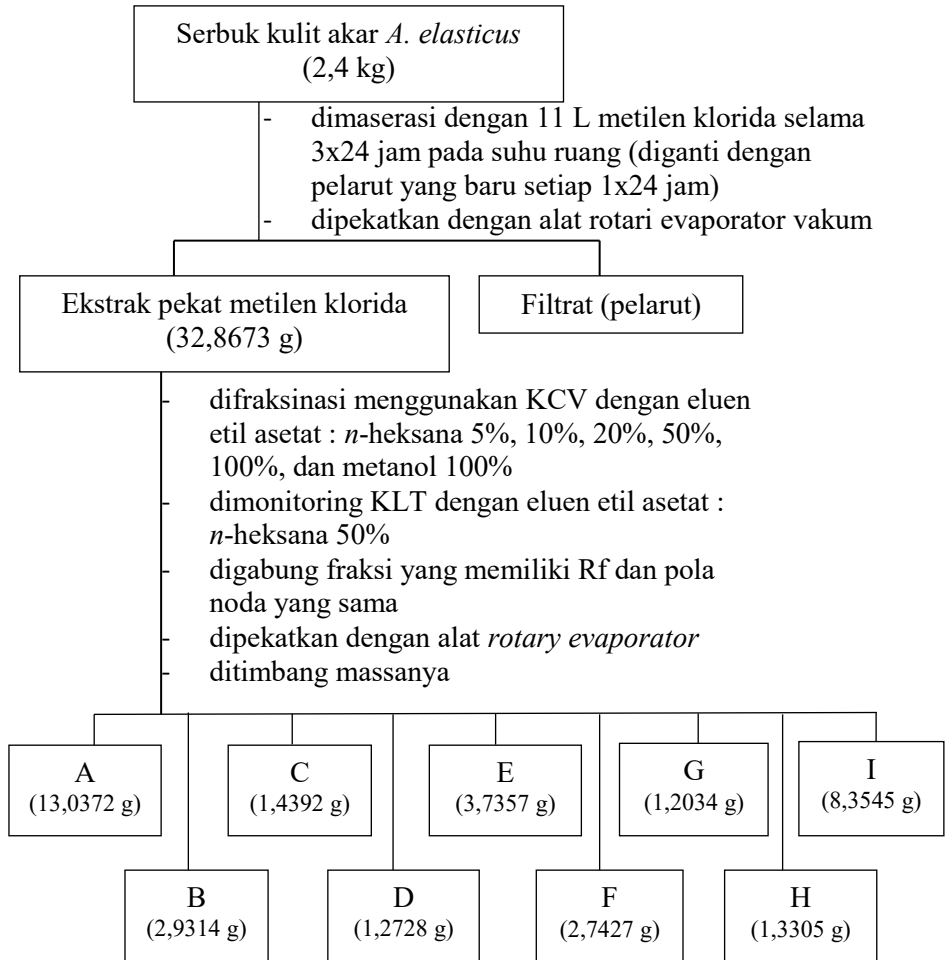


**(1)**

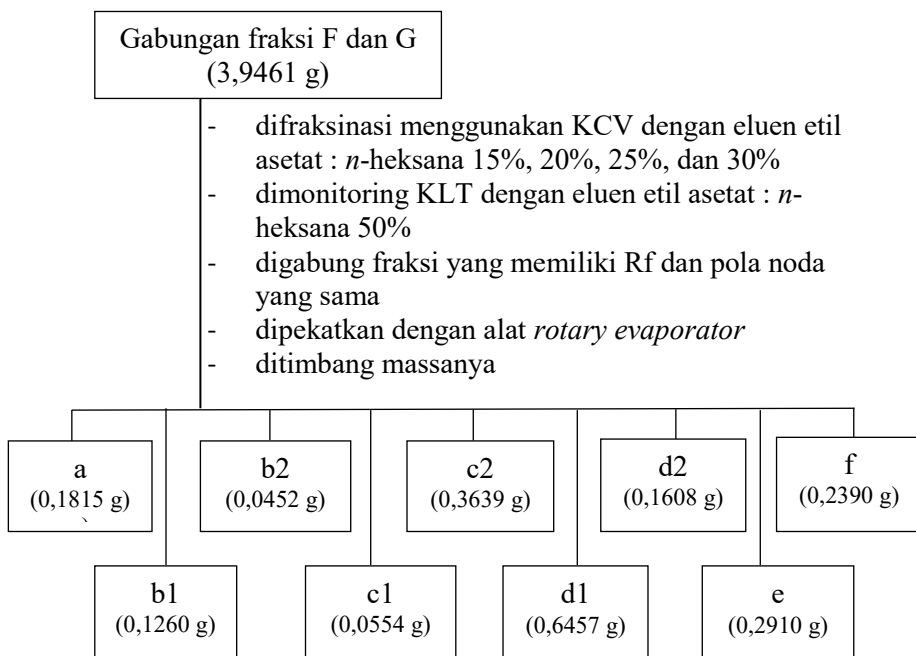


## LAMPIRAN

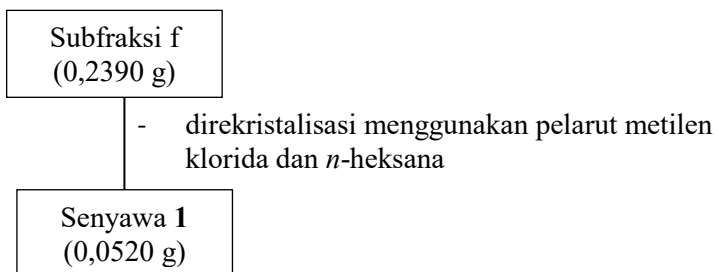
### A. Ekstraksi dan Fraksinasi kulit akar *A. elasticus*



## B. Fraksinasi gabungan F dan G



## C. Pemurnian subfraksi f



## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dihasilkan senyawa artobiloksanon yang telah dilaporkan pada *Artocarpus* lain, tetapi merupakan senyawa baru pada spesies *A. elasticus* yang berasal dari pulau Alor, Nusa Tenggara Timur. Senyawa berupa padatan berwarna coklat muda dan memiliki titik leleh 211-212 °C.

#### **5.2 Saran**

Penelitian terhadap kandungan senyawa flavonoid pada tumbuhan *A. elasticus* perlu dilanjutkan, karena berdasarkan pemetaan jalur biogenesis (Gambar 1.1) masih terdapat peluang adanya senyawa lain dari fraksi tumbuhan tersebut yang belum dilaporkan pada penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

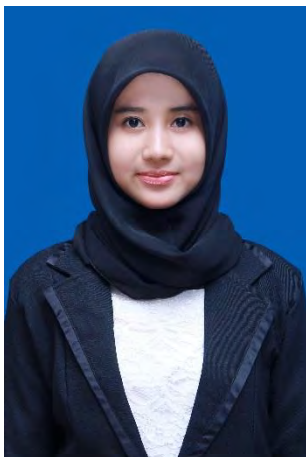
- Ersam, T. (2004). “Keunggulan Biodiversitas Hutan Tropika Indonesia dalam Merekayasa”. *Seminar Nasional Kimia VI*, 1-16.
- Ersam, T., dan Mudjirahmini. (2006). “4-fenilkumarin pada fraksi polar ekstrak etil asetat dari batang *Garcinia balica*”. *Seminar Nasional Kimia VII. Surabaya*.
- Hakim, E.H., Achmad, S.A., Juliawaty, L.D., Makmur, L., Syah, Y.M., Aimi, N., Kitajima, M., dan Ghisalberti, E.L. (2006). “Prenylated flavonoids and related compounds of the Indonesian *Artocarpus* (Moraceae)”. *Journal of Natural Medicine* 60, 161–184.
- Harborne, J. (1996). “Metode Fitokimia : Penuntun Cara Modern Menganalisa Tumbuhan.(Diterjemahkan oleh : K. Padmawinata dan i. Soediro)”. Bandung: Penerbit ITB.
- Hart, H. (1983). “Organic chemistry a short course sixth edition”. Boston: Houghton Mifflin Company.
- Hendayana, S. (2006). “Kimia Pemisahan Metode Kromatografi dan Elektroforensis Modern”. Bandung: PT. Remaja Rosdakarya.
- Heyne, K. (1987). “Tumbuhan Berguna Indonesia, Jilid 3”. Jakarta: Departemen Kehutanan.
- Ibnu G. G., Abdul. R. (2008). “Kimia farmasi analisis”. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.

- Ito, C., Miyamoto, Y., Nakayama, M., Kawai, Y. (1997). "A Novel Depsidone and Some New Xanthenes from *Garcinia Spesies*". *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 45(9), 1403-1413.
- Jagtap, U., dan Bapat, V. (2010). "Artocarpus: A review of its traditional uses, phytochemistry and pharmacology". *Journal of Ethnopharmacology* 129, 142-166.
- Jayasinghe, U. L. B., T. B. Samarakoon, B. M. M. Kumarihamy, N. Hara, dan Y. Fujimoto. (2008). "Four New Prenylated Flavonoids and Xanthenes from The root Bark of *Artocarpus nobilis*". *Fitoterapia* 79, 37-41.
- Khopkar, S. (2008). "Konsep Dasar Kimia Analitik". Jakarta: Erlangga.
- Kijjoa, A. C., Pinto, M., Gonzales, M., Afonso, C., dan Silva. (1998). "Further Prenylflavonoids from *Artocarpus elasticus*". *Phytochemistry*, 47, 875-878.
- Kijjoa, A., Cidade, H., Pinto, M., Gonzales, M., Anantachoke, C., dan Gedris. (1996). "Prenylflavonoids from *Artocarpus elasticus*". *Phytochemistry*, 43, No. 3, 691-694.
- Ko, H. H., Lu, Y. H., Yang, S. Z., Won, S. J., dan Lin, C. N. (2005). "Cytotoxic Prenylflavonoids from *Artocarpus elasticus*". *J. Nat. Prod.* 68, 1692-1695.
- Kristanti, A. N., Aminah, N. S., Tanjung, M., dan Kurniadi, B. (2008). "Buku Ajar Fitokimia". Surabaya: Airlangga University Press.
- Lin, K. W., Liu, C. H., Tu, H. Y., Ko, H. H., dan Wei, B. L. (2009). "Antioxidant prenylflavonoids from *Artocarpus*

- communis* and *Artocarpus elasticus*". *Food Chemistry* 115, 558-562.
- Mabry, J. (1969). "Perspectives in Phytochemistry eds. J. B. Harborne and T. Swain". London: Academic Press.
- McMurry, J. (1999). "Organic chemistry 5th ed". USA: Brooks / Cole.
- Minakawa, T., Toume, K., Arai, M. A., Koyano, T., Kowithayakorn, T., dan Ishibashi, M. (2013). "Prenylflavonoids isolated from *Artocarpus champeden* with TRAIL-resistance overcoming activity". *Phytochemistry* 96, 299-304.
- Mulja, M., dan Suharman. (1995). "Analisis Instrumental". Surabaya: Airlangga University Press.
- Musthapa, I., Iliad, J., Yana, M., Hakim, E., Latip, J., dan Ghisalberti, E. (2009). "An oxepinoflavone from *Artocarpus elasticus* with cytotoxic activity". *Arch pharm res* 32, 3:, 191-194.
- Purwaningsih, Yuliana dan Taslim Ersam. (2007). "Senyawa Santon Sebagai Antioksidan dari Kayu Batang *Garcinia tetranda* Pierre". *Akta Kimindo*, 2, 103-108.
- Ramli, F., Rahmani, M., Kassim, N. K., Hashim, N. M., Sukari, M. A., Akim, A. M., dan Go, R. (2013). "New diprenylated dihydrochalcones from leaves of *Artocarpus elasticus*". *Phytochemistry Letters* 6, 582-585.
- Ren, G., Xiang, H.-Y., Hu, Z.-C., Liu, R.-H., Zhou, Z.-W., Huang, H.-L., dan Yang, M. (2013). "A new isoprenylated flavone from the root bark of *Artocarpus styracifolius*". *Biochemical Systematics and Ecology* 46, 97-100.

- Silverstein, R. A. (1998). "Spectrometric Identification of Organic Compounds". New York: John Willey and Sons, Inc.
- Verheij, E.W.M., dan Coronel, R.E. (1992). "Plant Resources of South East Asia No. 2". Edible Fruits and Nut. Prosea, Bogor Indonesia.
- Vermerris, dan Nicholson. (2006). "Phenolic compound biochemistry". Netherlands: Springer.
- Yang, X., Jiang, Y., Yang, J., He, J., Sun, J., Chen, F., dan Yang, B. (2015). "Prenylated Flavonoids, Promising Nutraceuticals with Impressive Biological Activities". *Trends in Food Science & Technology* 44, 93-104.

## BIODATA PENULIS



Penulis bernama Amalia Zafitri. Dilahirkan di kota Surabaya, pada tanggal 8 Maret 1994. Merupakan anak kedua dari dua bersaudara. Penulis telah menempuh pendidikan di TK Dharmawanita Malang, SDN Pucang III Sidoarjo, SMPN 1 Sidoarjo, dan SMAN 4 Sidoarjo. Pada tahun 2012, penulis diterima di Jurusan Kimia FMIPA ITS melalui jalur SNMPTN Undangan dan terdaftar dengan NRP 1412100020. Selama menempuh pendidikan di ITS, penulis aktif dalam berbagai kepanitiaan dan organisasi mahasiswa diantaranya yaitu sebagai penyanyi di konser *Saifo Jio* 2013 Paduan Suara Mahasiswa ITS, staf Departemen *Chemistry Week* Himpunan Mahasiswa Kimia 2013-2014, sekretaris Departemen *Chemistry Week* Himpunan Mahasiswa Kimia 2014-2015 dan staf *Public Relation* ITS EXPO 2014. Penulis pernah melaksanakan kerja praktik di PT. VICO Indonesia di bagian *Laboratorium Operation Integrity* pada September 2015. Dalam menyelesaikan tugas akhir, penulis mengambil bidang Kimia Organik Bahan Alam. Penulis dapat dihubungi di [amelzafitri@gmail.com](mailto:amelzafitri@gmail.com).