

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI SENYAWA FLAVONOID DARI
BAGIAN CABANG TUMBUHAN SUKUN
(*Artocarpus altilis* (Parkinson ex F.A. Zorn) Fosberg)**

(Skripsi)

Oleh

ASTRIVA NOVRI HARAHAHAP



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

ABSTRAK

ISOLASI DAN KARAKTERISASI SENYAWA FLAVONOID DARI BAGIAN CABANG TUMBUHAN SUKUN (*Artocarpus altilis* (Parkinson ex F. A. Zorn) Fosberg)

Oleh

Astriva Novri Harahap

Tumbuhan sukun (*Artocarpus altilis* (Parkinson ex F. A. Zorn) Fosberg) adalah salah satu spesies dari kelompok tumbuhan *Artocarpus*. Tanaman ini dilaporkan memiliki manfaat sebagai antioksidan, antibakteri, antikanker, dan sitotoksik. Salah satu senyawa yang diduga bertanggung jawab adalah flavonoid. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi serta mengidentifikasi senyawa flavonoid yang terkandung dalam bagian cabang tumbuhan sukun yang diperoleh dari Desa Bumi Dipasena Jaya, Rawajitu Timur, Lampung.

Ekstraksi senyawa flavonoid dilakukan dengan metode maserasi menggunakan metanol. Fraksinasi senyawa menggunakan teknik kromatografi cair vakum, sedangkan pemurnian menggunakan teknik kromatografi kolom dan kromatotron. Kemurnian senyawa hasil isolasi ditentukan berdasarkan kromatografi lapis tipis dan pengukuran titik leleh. Karakterisasi struktur molekul senyawa berdasarkan data fisik dan data spektrum UV-*Vis*, IR, dan NMR. Dari

penelitian ini, telah berhasil diisolasi dua senyawa flavonoid. Satu senyawa berupa kristal jarum berwarna kuning sebanyak 3,2 mg dari golongan flavon yang memiliki gugus hidroksil pada C-4' dan diberi kode ANH1. Senyawa flavonoid lainnya berupa padatan amorf berwarna kuning sebanyak 184,5 mg.

Berdasarkan hasil analisis spektroskopi UV-Vis, IR, dan NMR, dan perbandingan dengan literatur serta senyawa standar, senyawa tersebut teridentifikasi sebagai 2-(2,4-dihidroksifenil)-5-hidroksi-7-methoksi-6-[(E)-3-metilbut-1-enil]-3-(3-metilbut-2-enil)kromen-4-on) atau artokarpin, sebuah flavon terprenilasi yang memiliki titik leleh sebesar 106,5^o-108,5^oC.

Kata Kunci : sukun, *A. altilis* (Parkinson ex F. A. Zorn) Fosberg, flavonoid, artokarpin

ABSTRACT

ISOLATION AND CHARACTERIZATION OF FLAVONOID COMPOUND FROM THE BRANCH OF BREADFRUIT (*Artocarpus altilis* (Parkinson ex F. A. Zorn) Fosberg)

By

Astriva Novri Harahap

Breadfruit (*Artocarpus altilis* (Parkinson ex F. A. Zorn) Fosberg) is one of Artocarpus plant group. This plant is reported to have activities as antioxidant, antibacterial, anticancer, and cytotoxic. One of the compounds thought to be responsible for those various activities is flavonoid. This study aimed to isolate and identify the flavonoid compounds contained in the branch of breadfruit, which was obtained from Bumi Dipasena Jaya, East Rawajitu, Lampung.

Extraction of flavonoids was carried out by maceration using methanol. Compound fractionation was using a vacuum liquid chromatography technique, moreover compound purification was using column and chromatotron chromatography techniques. Determination of compound's purity was conducted by thin layer chromatography and melting point assay. Characterization of molecular structure based on the physical and spectroscopic data (UV-Vis, IR, and NMR). From this study, two flavonoid compounds had been isolated. One

compound formed yellowish needle crystal (3.2 mg) from the flavone group of flavonoid which has a hydroxyl group at C-4' and was coded as ANH1. Other flavonoid compound formed yellowish amorphous solid of 184.5 mg.

Based on the results of UV-Vis, IR, and NMR spectroscopic analysis, and comparisons with literatures and standard compounds, that compound was identified as 2-(2,4-dihydroxyphenyl)-5-hydroxy-7-methoxy-6-[(E)-3-methylbut-1-enyl]-3-(3-methylbut-2-enyl) chromen-4-one) or artocarpin, a prenilated flavone with melting point 106.5^o-108.5^oC.

Key words : breadfruit, *A. altilis* (Parkinson ex F. A. Zorn) Fosberg, flavonoid, artocarpin

**ISOLASI DAN KARAKTERISASI SENYAWA FLAVONOID DARI
BAGIAN CABANG TUMBUHAN SUKUN
(*Artocarpus altilis* (Parkinson ex F.A. Zorn) Fosberg)**

Oleh

ASTRIVA NOVRI HARAHAHAP

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2019**

Judul Skripsi : **ISOLASI DAN KARAKTERISASI SENYAWA
FLAVONOID DARI BAGIAN CABANG
TUMBUHAN SUKUN (*Artocarpus altilis*
(Parkinson ex F.A. Zorn) Fosberg)**

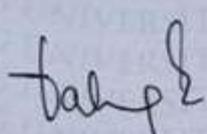
Nama Mahasiswa : **Astriva Novri Harahap**

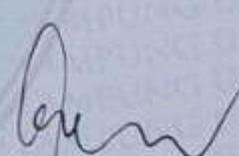
No. Pokok Mahasiswa : 1417011011

Jurusan : Kimia

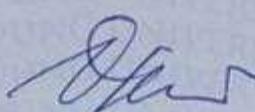
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam




Prof. Dr. Tati Suhartati, M.S.
NIP 19540510 198803 2 001


Drs. R. Supriyanto, M.S.
NIP 19581111 199003 1 001

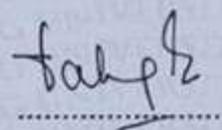
2. Ketua Jurusan Kimia FMIPA


Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, M.T.
NIP 19740705 200003 1 001 

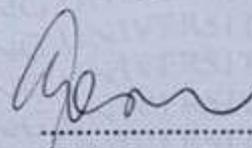
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

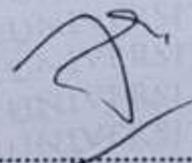
Ketua : **Prof. Dr. Tati Suhartati, M.S.**



Sekretaris : **Drs. R. Supriyanto, M.S.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Andi Setiawan, Ph.D.**



2. Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Drs. Suratman, M.Sc.

NIP. 19640604 199003 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **04 April 2019**

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama Astriva Novri Harahap, dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 9 November 1997, sebagai anak pertama dari enam bersaudara pasangan Bapak Asrizal Ananda Harahap dan Ibu Fitri Herawati. Penulis yang berdarah Mandailing – Sunda ini mengawali pendidikan formalnya di TK Beringin Raya pada tahun 2002. Penulis melanjutkan pendidikan di SD Negeri 2 Beringin Raya dan selesai pada tahun 2008. Pendidikannya di SMP PGRI 3 Bandar Lampung diselesaikannya pada tahun 2011, dan dilanjutkan dengan 3 tahun pendidikan di SMA Negeri 9 Bandar Lampung. Pada tahun 2014, penulis diterima di Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) sebagai mahasiswa melalui jalur undangan Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Sejak menempuh pendidikan di SMA, penulis telah aktif berorganisasi. Pasmala (Pecinta Alam SMAN 9) menjadi organisasi pertama yang penulis ikuti. Memasuki dunia kampus, penulis berkecimpung pada organisasi internal dan eksternal kampus. Penulis pernah menjadi anggota bidang Informasi dan Komunikasi (Infokom) ROIS FMIPA Unila pada tahun 2014 sekaligus anggota bidang Sains dan Penalaran Ilmu Kimia (SPIK) Himaki FMIPA Unila pada tahun yang sama.

Penulis pernah menjadi Sekretaris Divisi Syi'ar Muslimah Mahasiswa Pecinta Islam (MPI) Lampung, sebuah organisasi eksternal kampus, pada periode 2014-2016. Pada periode 2016-2017, penulis terpilih menjadi Ketua Umum Muslimah MPI Lampung. Penulis menjadi Sekretaris Jenderal Muslimah MPI Lampung pada periode 2017-2018. Kiprah penulis di organisasi ini dilanjutkan dengan menjadi *Steering Committee* pada tahun 2018-2019.

Di luar kegiatan penulis dalam berorganisasi, penulis juga aktif dalam dunia jurnalistik dan kepenulisan. Bersama rekan-rekannya, penulis telah menerbitkan dua buah buku berjudul “Muslimah Zaman Now” dan “Pemuda Muslim”. Penulis juga aktif menulis artikel di bidang keislaman. Salah satu artikelnya pernah dimuat di laman resmi ANNAS (Aliansi Nasional Anti Syiah) dan beberapa lainnya banyak dimuat di berbagai media Islam nasional.

Kegiatan penulis juga mencakup bidang pendidikan dan kemasyarakatan. Sambil menempuh studinya di perguruan tinggi, penulis menjadi pengajar *tahfidz* di TPQ Tahfidz Baitul Qur'an Al-Hikmah, juga pengajar Kimia dan Biologi di PPTQ SMA Islam Khadijah, Pesawaran. Penulis juga terlibat menjadi pengurus aktif Majelis Ta'lim (MT) Al-Hikmah, Bandar Lampung.

Selama menempuh perkuliahan, penulis aktif menjadi asisten praktikum di Laboratorium Kimia Organik dan asisten di Laboratorium Kimia Dasar FMIPA Universitas Lampung. Sepanjang tahun 2016, penulis menjadi asisten Praktikum Kimia Dasar jurusan Kimia Fakultas MIPA, asisten Praktikum Kimia Dasar

jurusan Agroteknologi Fakultas Pertanian, asisten Praktikum Kimia Organik jurusan Teknologi Hasil Pertanian (THP) Fakultas Pertanian, dan asisten Praktikum Kimia Organik 2 jurusan Kimia Fakultas MIPA. Pada tahun 2017, penulis menjadi asisten Praktikum Kimia Dasar jurusan Kimia Fakultas MIPA, Praktikum Kimia Organik jurusan Biologi Fakultas MIPA, dan asisten Praktikum Kimia Organik 2 jurusan Kimia Fakultas MIPA. Namun, tidak hanya menjadi asisten praktikum, penulis juga menjadi asisten Laboratorium Kimia Organik yang membantu dalam uji sampel penelitian.

Penulis pernah meraih beberapa capaian prestasi selama menempuh pendidikannya. Pada tahun 2017, penulis meraih penghargaan dari Himpunan Mahasiswa Kimia (Himaki) sebagai Mahasiswa Berprestasi se-Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung. Di tahun yang sama, penulis bersama timnya terpilih sebagai finalis, delegasi Universitas Lampung dalam ajang Pekan Ilmiah Mahasiswa Nasional (PIMNAS) yang diselenggarakan di Universitas Muslim Indonesia, Makassar. Pada tahun 2017 juga, penulis meraih penghargaan *Dean Award* (Penghargaan Dekan) dalam kategori Mahasiswa Peraih Indeks Prestasi 4,00 dalam 5 semester perkuliahannya.

وَقُلْ اَعْمَلُوا فِى سَبِيْلِ اللّٰهِ عَمَلِكُمْ وَرَسُوْلُكُمْ وَالمُؤْمِنُوْنَ ۗ وَسْتُرُوْنَ اِلَى عَالَمِ الْغَيْبِ
وَالشَّهَادَةِ فِىْبَيْنِكُمْ بِمَا كُنْتُمْ تَعْمَلُوْنَ

“Dan Katakanlah: “Bekerjalah kamu, maka Allah dan Rasul-Nya serta orang-orang mu’min akan melihat pekerjaanmu itu, dan kamu akan dikembalikan kepada (Allah) Yang Mengetahui akan yang ghaib dan yang nyata, lalu diberitakan-Nya kepada kamu apa yang telah kamu kerjakan.”

(QS. At-Taubah : 105)

وَاصْبِرْ فَاِنَّ اللّٰهَ لَا يُضِيعُ اَجْرَ الْمُحْسِنِيْنَ

“Dan bersabarlah, sesungguhnya Allah tidak menyia-nyiakan pahala orang-orang yang berbuat kebaikan.”

(QS. Hud : 115)

اِنَّ مَعَ الْعُسْرِ يُسْرًا

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan.”

(QS. Al-Insyirah : 6)

خَيْرُ النَّاسِ اَنْفَعُهُمْ لِلنَّاسِ

“Sebaik-baik manusia adalah yang paling bermanfaat bagi manusia.”

(HR. Ahmad, ath-Thabrani, ad-Daruqutni)

*Kepada Mama dan Papa tercinta
yang selalu mendoakan dengan tulus,
mendukung, serta percaya pada anaknya.*

SANWACANA

Alhamdulillah alladzi bini 'matihi tatimmush-shalihat. Segala puji bagi Allah, yang dengan nikmat-Nya segala amal shalih sempurna. Kepada Allah puji dan syukur penulis haturkan. *Laa hawla wala quwwata illa billah.* Hanya pertolongan dari-Nya lah yang membuat penulis mampu menyelesaikan skripsi ini. Shalawat serta salam juga penulis haturkan kepada suri tauladan terbaik umat manusia, Rasulullah Muhammad *shalallahu 'alaihi wasallam* beserta keluarga, sahabat, dan pengikut setianya hingga akhir zaman.

Skripsi dengan judul “*Isolasi dan Karakterisasi Senyawa Flavonoid dari Bagian Cabang Tumbuhan Sukun (Artocarpus altilis (Parkinson ex F. A. Zorn) Fosberg)*” ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (FMIPA) Universitas Lampung.

Penulis amat menyadari bahwa dalam menyelesaikan skripsi ini tidak dapat terlepas dari bimbingan serta bantuan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Mutiara hidupku yang paling berharga; Papa Asrizal Ananda Harahap dan Mama Fitri Herawati yang telah melahirkan, mendidik, merawat,

mencurahkan segala kasih sayang dan pengorbanan yang tidak ternilai harganya kepada penulis. Terima kasih yang teramat dalam penulis ucapkan atas segala doa, dukungan, motivasi, serta arahan dari Mama dan Papa. Semoga Allah membalas Mama dan Papa dengan kebaikan yang lebih banyak, dan semoga Allah satukan keluarga kita di surga-Nya kelak.

2. Prof. Dr. Tati Suhartati, M.S. selaku Pembimbing I yang begitu sabar dalam membimbing, mendidik, mengarahkan, memotivasi, dan memberikan semangat serta pelajaran hidup yang berharga kepada penulis sejak awal kuliah hingga penulisan skripsi ini selesai. Semoga Allah membalas beliau dengan kebaikan di dunia dan akhirat.
3. Drs. R. Supriyanto, M.S. selaku Pembimbing II sekaligus Pembimbing Akademik yang banyak memberikan dukungan, arahan, semangat dan motivasi kepada penulis. Semoga Allah memberikan keberkahan dan kebaikan kepada beliau.
4. Dr. Andi Setiawan, Ph.D. selaku Pembahas yang banyak memberikan motivasi dan masukan positif serta membangun kepada penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini. Semoga Allah memberikan keberkahan dan kebaikan kepada beliau.
5. Dr. Noviany, M.Si. selaku Kepala Laboratorium Kimia Organik atas segala kebaikannya yang memudahkan penulis dalam melakukan penelitian di laboratorium.
6. Dr. Eng. Suropto Dwi Yuwono, S.T. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung.

7. Drs. Suratman Umar, M.Sc. selaku Dekan FMIPA Universitas Lampung.
Terima kasih banyak penulis ucapkan atas segala keteladanan yang beliau berikan.
8. Bapak dan Ibu dosen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu dan keteladanan yang berharga kepada penulis selama menempuh pendidikan di Universitas Lampung.
9. Para staf dan laboran yang ada di Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung, khususnya Mba Wiwit, Pak Jhon, Mas Nomo, dan Pak Gani.
Terima kasih atas segala bantuan yang telah diberikan kepada penulis.
10. Adik-adikku tersayang; Assyanggi Okta Harahap, Assya Nauri Des Harahap, Aslan Fajri Harahap, Assalwa Naura Harahap, dan Astha Fachry Harahap.
Semoga kalian semua menjadi anak yang shalih dan shalihah, berbakti kepada Mama dan Papa, serta bermanfaat bagi agama dan umat.
11. Keluarga besar kakek Abdul Chalim dan *oppung* Muhammad Asir Fajar Harahap yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materiil kepada penulis. Semoga Allah mengumpulkan kita semua di surga-Nya kelak.
12. Guru-guruku yang amat kumuliakan dan kucintai karena Allah, Ustadzah Yusdiana, Ir. Khaira Nova, M.P., dan Ir. Ida Kurniati yang tidak hanya memberikan ilmu yang berharga, tapi juga menghadirkan sosok keibuan bagi penulis. Terima kasih atas segala kasih sayang dan perhatian yang telah dicurahkan dengan tulus kepada penulis. Dukungan dan motivasi dari beliau-beliau juga lah yang menjadi semangat bagi penulis dalam menyelesaikan pendidikan di kampus. *Jazaakumullaah khayran*, umi.

13. Kakak-kakak yang kusayangi karena Allah; Titi Nurbaiti, S.Pd., Malida Rachmawati, S.P., dan Nia Herzigovina, S.Pd. yang telah memberikan begitu banyak perhatian, pelajaran, semangat, serta pengorbanan yang tulus kepada penulis. Semoga persaudaraan karena iman ini terus terjalin hingga surga kelak.
14. Teman-temanku yang istimewa; Ervi Cahyatri, S.Pd., Windara Insan Mayora, S.P., Faathimah Mujaahidah, Halifia Indana Al-Jauza, Mentari Bela Wahyudienie, S.Pd., Fadhilah Rahmawati, Deslita Maharsi, S.Pd., Wiwin Purwati Ningsih, S.Pd. Sella Novia Anggraini, Afriani, S.Pd., Puti Ainun Rahmani, S.Pd., Siska Yuliza, juga Rachma Vivien Belinda, S.Pd. Terima kasih telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis.
- Jazaakunnallaah khayran.*
15. Mentor-mentor jurnalistikku yang keren; Abang Fajar Shadiq (Redaktur Ahli Kiblat.net), Abang M. Pizaro Novelan Tauhidi (Jurnalis Anadolu Agency), dan Ustadz Tony Syarqi (Jurnalis Islam Bersatu) yang telah memberikan ilmu, bimbingan, arahan kepada penulis dalam mengembangkan kemampuan di bidang kepenulisan dan jurnalistik.
16. Temanku yang berharga, Tb. Muhammad Nizar Malisy. Terima kasih atas semua ilmu, pelajaran, pengetahuan, semangat, arahan, keceriaan, motivasi, dan dukungan yang diberikan kepada penulis. Terima kasih atas jalinan pertemanan yang baik ini. Semoga Allah karuniakan kepadamu dan keluargamu keberkahan serta kebahagiaan di dunia dan akhirat. Semoga pertemanan kita kelak sampai ke *jannah*-Nya. Amin. *You're lit, bro!*

17. Keluargaku Alumni dan BPD Muslimah Mahasiswa Pecinta Islam (MPI) Lampung yang berperan besar dalam mengisi hari-hari penulis dengan kebaikan dan semangat. *Rabbanaa taqabbal minnaa.*
18. Ustadz dan Ustadzah serta para santriwati Madrasah Diniyah Islamiyah (MDI), tempat penulis dahulu menuntut ilmu. Terima kasih atas ilmu, pelajaran, dan kebersamaan yang telah diberikan kepada penulis. Semoga Allah istiqamahkan kita di atas ketaatan.
19. Adik-adik asrama Pesantren Mahasiswi (Pesma) El-Fathiya yang telah memberikan keceriaan dan pelajaran-pelajaran berharga kepada penulis. *Jazaakunnallaah khayran.*
20. *Ummahat* Majelis Ta'lim (MT) Al-Hikmah yang telah memberikan dukungan baik moril maupun materiil kepada penulis.
21. Para *asatidzah* dan anak-anakku di TPQ Tahfidz Baitul Qur'an Al-Hikmah yang telah memberikan keceriaan dan semangat baru, pelepas segala penat penulis. *Allaahumma irhamnaa bil Qur'an.*
22. Para *asatidzah* dan murid-muridku di PPTQ SMA Islam Khadijah yang telah memberikan semangat, dukungan, serta keceriaan kepada penulis. Semoga Allah memudahkan kita dalam menuntut ilmu dan menghafal Al-Qur'an.
23. Teman-temanku para pejuang pena di KiblatMuslimah.com, terima kasih atas semua ilmu dan jalinan pertemanan yang berharga yang diberikan kepada penulis.
24. Sahabatku sejak SMA yang sangat berharga; Kartika Jaya, Anggun Dwi Lestari, dan Eka Surya Lestari yang telah begitu banyak memberikan kebaikan

kepada penulis. Semoga kalian sekeluarga selalu diberikan perlindungan dan naungan oleh Allah.

25. Rekan-rekan penelitian seperjuanganku; Kartika Dewi Rachmawati, S.Si., Laili Dini Ariza, Herda Yulia, Gabriella Setia Wulandari, S.Si., dan Elisabeth Yulinda Ari Putri, S.Si. Terima kasih sudah menemani hari-hariku di Laboratorium Kimia Organik. Juga untuk Mba Arni Nadya Ardelita yang juga menjadi rekan seperjuanganku, terima kasih atas segala semangat, dukungan, serta pelajaran tentang kesabaran yang diberikan kepada penulis.
26. Keluargaku “Chemistry ‘14”>; Herliana, S.Si., Khasandra., S.Si., Widia Sari., S.Si., Fendi Setiawan, Muhammad Firdaus, S.Si., serta teman-teman lain yang telah memberikan banyak kenangan indah, dukungan, semangat serta keceriaan kepada penulis selama menempuh pendidikan di kampus.
27. Keluargaku “Penghuni Lab Organik”>; Hidayatul Mufidah, Nur Laelatul Khotimah, Nella Merliani, S.Si., Dicky Sildianto, Mentari, Valentino, Rinda, Zuwita, Rizqi, serta teman-teman lain yang cukup panjang jika harus disebutkan satu persatu. Terima kasih atas segala hal yang sudah kita lakukan bersama-sama. Terima kasih untuk setiap kenangan menyebarkan dan menyenangkan yang kita buat bersama di lab kita tercinta. Semoga kita menjadi orang-orang yang sukses di dunia dan akhirat kelak.
28. Kakak-kakak dan adik-adik tingkatku di Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung, terima kasih atas segalanya. Semoga sains menjadikan kita semakin beriman kepada Allah.

29. Semua pihak yang telah membantu dan mendukung penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Mohon maaf jika penulis tidak bisa sebut satu per satu.

Penulis tentu menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan. Sehingga, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran untuk skripsi ini. Namun, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi orang banyak secara umum, dan secara khusus menjadi tambahan informasi bagi peneliti yang berfokus pada bidang isolasi senyawa bahan alam dan flavonoid.

Bandar Lampung, April 2019

Penulis,

Astriva Novri Harahap

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan Penelitian.....	4
C. Manfaat Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Moraceae	6
B. Artocarpus	7
C. Sukun (<i>Artocarpus altilis</i> (Park. ex F.A. Zorn) Fosberg)	9
D. Senyawa Metabolit Sekunder	14
E. Flavonoid.....	15
F. Ekstraksi	22
G. Pemisahan Secara Kromatografi	24
1. Kromatografi Cair Vakum (KCV)	25
2. Kromatografi Lapis Tipis (KLT)	26
3. Kromatografi Kolom Gravitasi (KKG).....	29
4. Kromatografi Lapis Tipis Sentrifugal (Kromatotron).....	29
H. Identifikasi Senyawa Secara Spektroskopi	31
1. Spektrofotometri Inframerah (FT-IR)	32
2. Spektrofotometri UV-Vis	34
3. Spektroskopi NMR	36
III. METODE	38
A. Tempat dan Waktu	38
B. Alat dan Bahan	38
1. Alat-alat yang Digunakan	38
2. Bahan-bahan yang Digunakan	39
C. Prosedur Penelitian.....	40
1. Persiapan Sampel	40
2. Ekstraksi.....	40
3. Kromatografi	41
4. Analisis Kemurnian.....	44

5. Identifikasi Secara Spektroskopi.....	45
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	49
A. Isolasi Senyawa Flavonoid.....	49
B. Penentuan Titik Leleh	80
C. Analisis Spektrofotometri	81
1. Analisis Spektrofotometri UV- <i>Vis</i>	81
2. Analisis Spektrofotometri Inframerah (IR).....	89
3. Analisis Spektrometri NMR.....	91
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	100
DAFTAR PUSTAKA	102
LAMPIRAN.....	111
Diagram alir penelitian.....	111
Perhitungan koefisien absorptivitas molar.....	119
Perhitungan tetapan kopling ¹ H-NMR.....	120
Hasil Determinasi Tumbuhan Sampel.....	122

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sifat beberapa golongan flavonoid.....	20
2. Pelarut organik dan sifat fisiknya.....	23
3. Penggolongan kromatografi berdasarkan fasa diam dan fasa gerak	24
4. Laju alir dan jumlah sampel yang digunakan dalam beberapa variasi ketebalan sorben.....	31
5. Bilangan gelombang dari beberapa gugus fungsi	34
6. Rentang serapan spektrum UV-Vis untuk flavonoid.	36
7. Geseran kimia khas beberapa senyawa organik.....	37
8. Penggabungan fraksi A-E hasil KCV tahap I-III	54
9. Penggabungan fraksi-fraksi hasil KCV.....	55
10. Perbandingan data spektrum UV-Vis senyawa artokarpin (Mustapha dkk., 2016) dan senyawa isolat An2bc2 dari kayu cabang tumbuhan sukun (<i>A. altilis</i> (Park. ex F.A. Zorn) Fosberg).	87
11. Perbandingan data spektrum IR senyawa standar artokarpin dan senyawa isolat An2bc2.....	91
12. Perbandingan data spektrum ¹ H-NMR dan ¹³ C-NMR antara senyawa artokarpin (Arriffin <i>et al.</i> , 2017) (A), (Zakaria dkk., 2017), dan senyawa isolat An2bc2 (C).	97
13. Data korelasi jarak jauh (HMBC) senyawa isolat An2bc2. (δ dalam ppm, J dalam Hz).	98

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pohon sukun (<i>Artocarpus altilis</i>) (commons.wikimedia.org).....	10
2. Struktur kimia beberapa flavonoid yang diisolasi dari <i>Artocarpus altilis</i> (Park.) Fosberg (Boonphong <i>et al.</i> , 2007).....	12
3. Struktur kimia beberapa flavonoid yang diisolasi dari kulit akar <i>A. altilis</i>	13
4. Tiga jenis struktur flavonoid (Achmad, 1996).....	16
5. Sistem penomoran kerangka dasar flavonoid (Wang <i>et al.</i> , 2017).....	17
6. Struktur kimia dan klasifikasi flavonoid (Wang <i>et al.</i> , 2017).....	18
7. Struktur kimia dari beberapa flavonoid yang telah diisolasi dari tumbuhan <i>Artocarpus</i>	21
8. Maserasi sampel kulit batang <i>A. altilis</i> ((Park. ex F. A. Zorn) Fosberg).....	50
9. Kromatogram hasil KLT ekstrak kasar metanol menggunakan eluen etil asetat : <i>n</i> -heksana (4:6).....	51
10. Proses KCV (a) Pengelusian sampel (b) Pita yang terbentuk.....	52
11. Kromatogram KLT hasil KCV tahap I-III (a) KCV tahap I (b) KCV tahap II (c) KCV tahap III.....	53
12. Kromatogram KLT hasil penggabungan fraksi-fraksi KCV tahap I-III.....	54
13. Kromatogram KLT fraksi gabungan hasil KCV tahap I-III.....	55
14. Kromatogram KLT hasil KCV fraksi CD menggunakan eluen etil asetat : <i>n</i> -heksana (4:6).....	56
15. Kromatogram KLT 4 fraksi gabungan hasil KCV fraksi CD menggunakan eluen etil asetat : <i>n</i> -heksana (4:6).....	57

16. Kromatogram KLT hasil KK fraksi CD _C menggunakan eluen etil asetat : <i>n</i> -heksana (4:6).....	58
17. Kromatogram KLT hasil KK fraksi CB menggunakan eluen etil asetat : <i>n</i> -heksana (3:7).....	59
18. Kromatogram KLT hasil KK fraksi CB _{2b2B2} menggunakan eluen etil asetat : <i>n</i> -heksana (4:6).....	59
19. Proses kromatotron.....	60
20. Kromatogram KLT hasil kromatotron fraksi CB _{2b2B2} menggunakan eluen etil asetat : <i>n</i> -heksana (4:6).....	61
21. Kromatogram KLT hasil KCV fraksi B.....	62
22. Kromatogram KLT hasil KCV fraksi B (a) Fraksi B ₂ (b) Fraksi B ₃ dengan eluen etil asetat : <i>n</i> -heksana (4:6).....	63
23. Kromatogram KLT hasil KCV fraksi B ₂ menggunakan eluen etil asetat : <i>n</i> -heksana (4:6).....	63
24. Kromatogram KLT hasil KCV fraksi B _{2b} menggunakan eluen etil asetat : <i>n</i> -heksana (4:6).....	64
25. Kromatogram KLT hasil KCV fraksi B _{2b2} menggunakan eluen (a) A:E:H (1:3:6); (b) A:H (3:7); (c) E:H (4:6); (d) A:E:H (1:2:7); (e) A:E:H (2:1:7); dan (f) A:E:H (2:2:6).....	64
26. Kromatogram KLT hasil KK fraksi B _{2b2} menggunakan eluen etil asetat : <i>n</i> -heksana (4:6).....	65
27. Kromatogram KLT hasil kromatotron fraksi B _{2b2b3} menggunakan eluen etil asetat : <i>n</i> -heksana (4:6).....	66
28. Kromatogram KLT fraksi B _{2(b2)₂b3b2c(1-3)} menggunakan eluen etil asetat : <i>n</i> -heksana (4 : 6).....	67
29. Kromatogram KLT hasil KCV 3 tingkat fraksi B ₃ menggunakan eluen etil asetat : <i>n</i> -heksana (4 : 6).....	67
30. Kromatogram KLT endapan pada fraksi 2b menggunakan eluen etil asetat : <i>n</i> -heksana (4 : 6). (a) Sebelum dimurnikan (b) Setelah dimurnikan menggunakan teknik KK.....	68
31. Kromatogram KLT fraksi B _{3(b2)6c} menggunakan eluen etil asetat : aseton (4:6).....	69

32. Kromatogram KLT ekstrak kasar kayu cabang tumbuhan sukun menggunakan eluen etil asetat : <i>n</i> -heksana (2,7:7,5).....	70
33. Kromatogram KLT padatan 3f, 3g, dan 4a menggunakan eluen etil asetat : <i>n</i> -heksana (3:7).....	71
34. Kromatogram KLT padatan 4a menggunakan eluen etil asetat : <i>n</i> -heksana (3:7).....	71
35. Kromatogram KLT hasil KK fraksi 4a menggunakan eluen etil asetat : <i>n</i> -heksana (3:7).....	72
36. Kromatogram KLT hasil kromatotron fraksi 4ac menggunakan eluen etil asetat : <i>n</i> -heksana (3:7).....	73
37. Kromatogram KLT hasil KK fraksi 4ab menggunakan eluen etil asetat : <i>n</i> -heksana (3:7).....	74
38. Kromatogram KLT hasil KK fraksi 4ab2 menggunakan eluen etil asetat : <i>n</i> -heksana (3:7).....	74
39. Kromatogram KLT hasil kromatotron fraksi 4ab2b menggunakan eluen etil asetat : <i>n</i> -heksana (3:7).....	75
40. Kromatogram KLT fraksi A1, A2, dan A3 menggunakan eluen etil asetat : <i>n</i> -heksana (4:6).....	75
41. Kromatogram KLT kristal ANH1 menggunakan eluen aseton : <i>n</i> -heksana (3:7).....	76
42. Kromatogram KLT kristal ANH1 menggunakan 3 sistem eluen (a) etil asetat : <i>n</i> -heksana 40%, (b) aseton : <i>n</i> -heksana 30%, (c) aseton : diklorometana 10%.....	77
43. Kromatogram KLT hasil KK fraksi An2 menggunakan eluen etil asetat : <i>n</i> -heksana (4:6).....	78
44. Kromatogram KLT hasil KK fraksi An2bc2 menggunakan eluen etil asetat : <i>n</i> -heksana (4:6).....	78
45. Kromatogram KLT isolat An2bc2 menggunakan 3 sistem eluen (a) etil asetat : <i>n</i> -heksana 40%, (b) aseton : <i>n</i> -heksana 30%, (c) aseton : diklorometana 10%.....	79
46. Perbandingan pola pemisahan antara isolat An2bc2 dengan senyawa standar Artokarpin menggunakan 3 sistem eluen (a) etil asetat : <i>n</i> -heksana 40%, (b) aseton : <i>n</i> -heksana 30%, (c) aseton : diklorometana 10%.....	80

47. Spektrum UV-Vis senyawa ANH1 dalam MeOH.....	82
48. Spektrum UV-Vis senyawa ANH1 dalam (a) MeOH dan (b) MeOH+NaOH.....	83
49. Spektrum UV-Vis senyawa ANH1 dalam (a) MeOH, (b) MeOH+ AlCl ₃ dan (c) MeOH+AlCl ₃ +HCl.....	84
50. Spektrum UV-Vis senyawa ANH1 dalam (a) MeOH, (b) MeOH+ NaOAc dan (c) MeOH+NaOAc+H ₃ BO ₃	85
51. Spektrum UV-Vis senyawa An2bc2 dalam MeOH.....	86
52. Spektrum UV-Vis isolat An2bc2 dalam (a) MeOH dan (b) MeOH+ NaOH.....	86
53. Spektrum UV-Vis isolat An2bc2 dalam (a) MeOH dan (b) AlCl ₃ + HCl.....	88
54. Spektrum UV-Vis isolat An2bc2 dalam (a) MeOH dan (b) MeOH+ NaOAc dan (c) MeOH+NaOAc+H ₃ BO ₃	89
55. Spektrum IR isolat An2bc2.....	90
56. Spektrum ¹ H-NMR senyawa isolat An2bc2.....	94
57. Spektrum ¹³ C-NMR senyawa isolat An2bc2.....	96
58. Pola substitusi berdasarkan korelasi HMBC senyawa isolat An2bc2.....	99
59. Struktur senyawa artokarpin (Arriffin <i>et al.</i> , 2017).....	99

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Indonesia merupakan tempat tumbuh 80 persen tanaman obat dari yang ada di seluruh dunia. 1000 dari 28.000 spesies tanaman tumbuh dan dimanfaatkan sebagai tanaman obat (Pramono, 2002). Masyarakat Indonesia juga telah mengenal dan memanfaatkan tumbuhan sebagai solusi dalam memelihara dan menanggulangi masalah kesehatan. Konsumsi obat yang diturunkan dari tanaman telah tersebar luas dan meningkat secara signifikan baik pada obat tradisional maupun obat modern. Menurut Organisasi Kesehatan Dunia (WHO), lebih dari 80% populasi dunia di negara-negara berkembang bergantung pada obat yang berasal dari tumbuhan sebagai kebutuhan dasar pengobatan mereka (Canter *et al.*, 2005).

Salah satu sumber senyawa bahan alam yang diketahui berpotensi sebagai obat adalah tumbuhan *Artocarpus altilis*. *A. altilis*, yang secara umum dikenal di Indonesia sebagai sukun, adalah tanaman asli Indonesia dan Papua Nugini dan tersebar di seluruh Asia Tenggara dan Afrika. Masyarakat Indonesia mengonsumsi buahnya yang kaya akan pati setelah direbus atau digoreng. Buah

sukun mengandung serat dan karbohidrat dalam jumlah besar, begitu juga dengan protein, vitamin, kalsium, magnesium, kalium, tembaga, besi, niasin, tiamin, riboflavin, lutein, dan senyawa-senyawa fenolik (Appiah *et al.*, 2011; Jones *et al.*, 2011). Secara tradisional, daun sukun digunakan untuk pengobatan berbagai jenis penyakit seperti sirosis hati, hipertensi, dan diabetes (Kasahara dan Hemmy, 1988). Selain itu bagian bunganya dapat digunakan sebagai obat sakit gigi, sedangkan kulit kayunya dapat membantu mencairkan darah wanita setelah melahirkan (Heyne, 1987).

Beberapa peneliti telah melakukan studi komprehensif terhadap tanaman dari genus *Artocarpus*. Penelitian yang sebelumnya telah dilakukan oleh Arung *et al.* (2009) menunjukkan bahwa ekstrak akar *A. altilis* dapat digunakan sebagai antikanker, khususnya kanker payudara. Studi lain melaporkan bahwa akar *A. altilis* menunjukkan aktivitas antituberkular, sitotoksik, dan antimalaria (Boonphong *et al.*, 2007). Lebih lanjut, flavonoid yang diisolasi dari *A. altilis* berpotensi sebagai antioksidan dan/atau agen pemutih pada kulit (Lan *et al.*, 2013).

Efek penyembuhan dimiliki oleh genus *Artocarpus* disebabkan oleh senyawa metabolit sekunder yang terkandung di dalamnya dalam jumlah yang besar. Berdasarkan studi literatur, diketahui bahwa beberapa spesies *Artocarpus* mengandung banyak senyawa metabolit sekunder dari kelas terpenoid, flavonoid, dan stilbenoid (Hakim, 2010). Keunikan struktur metabolit sekunder pada *Artocarpus* membuatnya memiliki efek fisiologis yang luas, seperti antibakteri (Khan *et al.*, 2003), antiplatelet (Weng *et al.*, 2006), antifungal (Jayasinghe *et al.*,

2004), antimalaria (Widyawaruyanti *et al.*, 2007; Boonlaksiri *et al.*, 2000) dan sitotoksik (Ko *et al.*, 2005; Hakim *et al.*, 2010; Syah *et al.*, 2006).

Flavonoid tercatat sebagai salah satu senyawa metabolit sekunder yang tersebar dalam jumlah besar di alam. Lebih dari 9.000 senyawa flavonoid telah ditemukan dalam tumbuhan dan mikroba (Ferrer *et al.*, 2018). Flavonoid merupakan faktor penting dalam hal interaksi tumbuhan dengan lingkungannya. Pada tumbuhan, flavonoid bertindak sebagai agen antimikroba dalam pertahanan tumbuhan, agen penarik visual bagi organisme penyerbuk, serta menjadi garis pertahanan pertama terhadap radiasi sinar UV (Yu dan Jez, 2008). Oleh karena itu, flavonoid memiliki aktivitas antioksidan yang kuat dan beberapa flavonoid tertentu bermanfaat dalam banyak proses fisiologis dan farmakologis manusia.

Isolasi senyawa-senyawa flavonoid dari *A. altilis* telah dilakukan. Pada tahun 2001, Hakim *et al.* berhasil mengisolasi senyawa flavonoid artoindonesianin Z dari kayu akar *A. altilis* (Park) Fonsberg. Senyawa ini menunjukkan tingkat toksisitas yang tinggi terhadap benur udang *Artemia salina*. Senyawa artonol B juga berhasil diisolasi dari daun *A. altilis* (Hakim *et al.*, 2006). Selain itu diperoleh senyawa flavonoid terprenilasi berupa sikloartokarpin, artokarpin, dan caplasin dari kayu akar *A. altilis* (Park) Fosberg) yang berperan sebagai antimalaria dan anti tuberkulosis (Boonphong *et al.*, 2007). Pada tahun 2011, Santoso dan Suhartati juga berhasil mengisolasi senyawa flavonoid artonin E dari daun tumbuhan sukun *A. altilis* yang diduga memiliki aktivitas antibakteri yang sangat kuat. Hal tersebut menunjukkan bahwa tumbuhan sukun sangat berpotensi sebagai sumber senyawa flavonoid.

Menurut Dewick (2001), senyawa flavonoid tidak hanya terdapat pada bagian tertentu dari tumbuhan saja, melainkan ditemukan di seluruh bagian tumbuhan. Studi komprehensif tentang senyawa flavonoid dari bagian cabang tumbuhan sukun masih sedikit dilakukan. Penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya kebanyakan menjadikan bagian buah, daun, dan akar tumbuhan sukun sebagai objek penelitian. Oleh karena itu, dilakukan isolasi senyawa flavonoid dari bagian cabang tumbuhan sukun (*A. altilis* (Park. ex F.A. Zorn) Fosberg).

B. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengisolasi senyawa flavonoid dari bagian cabang tumbuhan sukun (*Artocarpus altilis* (Park ex F.A. Zorn) Fosberg) yang diperoleh dari Desa Bumi Dipasena Jaya, Rawajitu Timur, Kabupaten Tulang Bawang, Provinsi Lampung.
2. Melakukan karakterisasi senyawa flavonoid dari bagian cabang tumbuhan sukun (*Artocarpus altilis* (Park ex F.A. Zorn) Fosberg) menggunakan analisis spektroskopi UV-Vis, IR, dan NMR.

C. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai senyawa flavonoid yang terkandung dalam bagian cabang tumbuhan sukun (*Artocarpus altilis* (Park ex F.A. Zorn) Fosberg). Informasi tersebut diharapkan dapat memperkaya pengetahuan mengenai senyawa flavonoid dari tumbuhan genus *Artocarpus* khususnya tumbuhan sukun (*Artocarpus altilis* (Park ex F.A. Zorn) Fosberg) sehingga dapat bermanfaat untuk penelitian lebih lanjut.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Moraceae

Salah satu tumbuhan pada hutan tropis yang memiliki potensi senyawa-senyawa kimia bioaktif yang cukup besar adalah Moraceae. Famili Moraceae terdiri atas 60 genus dan mencakup 1400 spesies (Hakim dkk., 2001). Tiga genus terbesar dari famili Moraceae adalah *Morus*, *Artocarpus*, dan *Ficus*. Dua genus (*Naucleopsis* dan *Streblus*) terdiri atas 20-25 spesies, *Artocarpus* terdiri atas 50-55 spesies, dan *Ficus* 700-750 spesies (Berg, 1998). Tumbuhan dari famili ini tergolong sebagai tumbuhan tingkat tinggi yang memiliki kegunaan sebagai obat tradisional karena kandungan senyawa bioaktif yang dimilikinya. Di Indonesia, terdapat sekitar 17 genus dan 80 spesies tumbuhan dari famili Moraceae yang dimanfaatkan dalam berbagai hal (Heyne, 1987).

Tumbuhan dari famili Moraceae umumnya adalah tumbuhan yang berbatang, berkayu, dan bergetah (Tjitrosoepomo, 1994), serta berbunga (Judd *et al.*, 2008). Daunnya berupa daun tunggal duduk tersebar. Bunganya berkelamin tunggal, baik dengan tenda bunga atau tidak. Adapun buahnya keras, baik buah majemuk atau buah semu (Tjitrosoepomo, 1994). Beberapa studi telah menunjukkan bahwa kebanyakan tanaman dari famili Moraceae memiliki senyawa dengan aktivitas

biologis yang cukup tinggi sehingga digunakan sebagai ekspektoran, bronkodilator, anthelmintik, dan pengobatan penyakit kulit (Luz *et al.*, 2015).

B. Artocarpus

Artocarpus merupakan salah satu genus tumbuhan dari famili Moraceae.

Tumbuhan dari genus ini terdiri 50 spesies dan 40 spesies diantaranya terdapat di Indonesia (Hakim *et al.*, 2006). Tumbuhan *Artocarpus* merupakan tumbuhan penghasil buah. Tumbuhan ini mempunyai buah dengan ukuran kecil sampai ukuran besar. Buah segar dari tumbuhan ini dapat langsung dikonsumsi bila sudah masak atau dapat juga dikonsumsi sebagai sayur, terutama buah dari *A. heterophyllus* (Ashari, 1995).

Artocarpus tidak hanya dimanfaatkan buahnya sebagai bahan pangan ataupun batangnya sebagai bahan bangunan, tetapi kulit batang dan daunnya juga dimanfaatkan sebagai obat tradisional, misalnya untuk obat demam, disentri, atau malaria. Kandungan senyawa metabolit sekunder digunakan untuk mengatasi berbagai penyakit yang disebabkan oleh berbagai mikroorganisme seperti bakteri dan virus (Herbert, 1996). Beberapa spesies yang termasuk dalam Genus *Artocarpus* antara lain sukun (*A. altilis*), cempedak (*A. champeden*), keluwih (*A. camansi*), benda (*A. elastica*), dan kenangkan (*A. rigida* Bl.).

Berbagai senyawa metabolit sekunder ditemukan dalam tumbuhan *Artocarpus*, baik senyawa turunan fenol maupun nonfenol. Senyawa nonfenol yang telah ditemukan dalam tumbuhan *Artocarpus* berupa golongan steroid dan terpenoid.

Senyawa steroid yang banyak ditemukan yaitu jenis stigmasterol dan β -sterol, sedangkan jenis senyawa terpenoid yang telah banyak ditemukan yaitu triterpen. Akan tetapi, senyawa turunan fenol merupakan senyawa yang paling banyak terkandung di dalam tumbuhan *Artocarpus*. Hingga saat ini terdapat ratusan senyawa fenol golongan flavonoid yang telah berhasil diisolasi dari berbagai spesies tumbuhan *Artocarpus*. Tidak hanya flavonoid, terdapat juga senyawa santon, stilbene, dan senyawa-senyawa *adduct* Diels-Alder yang umumnya mengandung substituen isoprena (Djamilah, 2010).

Tukiran (1997) telah berhasil mengisolasi tiga senyawa flavon dari kulit batang *A. teysmanii* yaitu artonin E (1), sikloartobilosanton (2), dan afzelekin-3-o-L-ramnosida (4). Ersam (2001) juga telah berhasil mengisolasi senyawa flavon dari kulit batang dan kulit akar *A. bracteata* yaitu artoindonesianin J (5), kanzonol C (6), karpakromen (7), dan 6-prenilapigenin (8). Hakim (2011) memaparkan senyawa terpenoid dengan kerangka sikloartan berhasil disolasi dari tumbuhan *Artocarpus* antara lain, sikoartenol yang telah berhasil diperoleh dari *A. champeden* (Achmad *et al.*, 1996) dan *A. altilis* (Altman dan Zito, 1976).

Senyawa-senyawa terpenoid lainnya yang telah berhasil diisolasi dari tumbuhan yang sama yaitu sikloeukalenol, 2,4-metilensikloartenon, dan sikloartenon (Achmad *et al.*, 1996) yang juga telah berhasil diisolasi dari *A. heterophyllus* (Dayal dan Seshadri, 1974). Senyawa (24R) dan (24S0-9,19-siklolanost-3-on-24,25-diol telah berhasil diisolasi dari *A. heterophyllus* (Barik *et al.*, 1997). Senyawa glutinol sejauh ini merupakan satu-satunya senyawa triterpenoid

pentasiklik dengan kerangka gluten yang telah diisolasi dari *Artocarpus* yaitu *A. chempeden* (Achmad *et al.*, 1996).

C. Sukun (*Artocarpus altilis* (Park. ex F.A. Zorn) Fosberg)

Artocarpus altilis (Park. ex F.A. Zorn) Fosberg merupakan tumbuhan yang dikenal masyarakat sebagai tumbuhan sukun. Tanaman ini adalah tanaman asli Indonesia yang tersebar di Pulau Sumatera (Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau, Nias, Lampung), Pulau Jawa (Kepulauan Seribu, Jawa Barat, Jawa Tengah, Yogyakarta, Jawa Timur, Madura), Bali, Nusa Tenggara Barat, Nusa Tenggara Timur, Sulawesi (Minahasa, Gorontalo, Bone, Makassar, Malino), Maluku (Seram, Buru, Kai, Ambon, Halmahera, Ternate), dan Papua (Sorong, Manokwari, serta pulau-pulau kecil di daerah “Kepala Burung” (Heyne, 1987; Pitojo, 1992; Widowati, 2003; Hendalastuti dan Rojedin, 2006). Selanjutnya nama sukun sering dikaitkan dengan daerah asalnya, antara lain sukun Sorong, sukun Yogya, Sukun Cilacap, sukun Pulau Seribu, sukun Bone, dan sukun Bawean (Pitojo, 1992).

Tumbuhan sukun dapat tumbuh hampir di semua tipe lahan dan jenis tanah di Indonesia pada ketinggian tempat 0 – 700 MDPL, namun tumbuh optimal pada ketinggian 0 – 400 MDPL dengan tanah *alluvial* yang kaya humus. Tinggi pohon sukun dapat mencapai 30 m, dapat tumbuh baik sepanjang tahun di daerah tropis yang beriklim *moonson* (Rajendran, 1992; Ragone, 1997). Batangnya memiliki kayu yang lunak, tajuknya rimbun dengan percabangan melebar ke arah samping.

Kulit batang berwarna hijau kecoklatan, berserat kasar, dan pada semua bagian tanaman memiliki getah encer. Akar tanaman sukun biasanya ada yang tumbuh mendatar/ menjalar dekat permukaan tanah dan dapat menumbuhkan tunas alami (Heyne, 1987; Pitojo, 1992; Ragone, 2006).

Tanaman sukun berdaun tunggal yang bentuknya oval lonjong, ukuran panjang 20 – 60 cm dan lebar 20 – 40 cm, dengan tangkai daun 3 – 7 cm. Berdasarkan bentuknya dapat dibagi menjadi 3 yaitu berlekuk dangkal/sedikit, berlekuk agak dalam, dan berlekuk dalam. Bunga sukun berumah satu (*monoceous*), terletak pada ketiak daun dengan bunga jantan berkembang terlebih dahulu. Buah sukun berbentuk bulat sampai lonjong dengan ukuran panjang bisa lebih dari 30 cm, lebar 9-20 cm (Ragone, 2006). Berat buah sukun dapat mencapai 4 kg dengan daging buah berwarna putih, putih kekuningan atau kuning serta memiliki tangkai buah yang panjangnya berkisar 2,5 – 12,5 cm tergantung varietasnya (Widowati, 2009).



Gambar 1. Pohon sukun (*Artocarpus altilis*) (commons.wikimedia.org)

Dalam taksonomi, tumbuhan ini diklasifikasikan sebagai berikut :

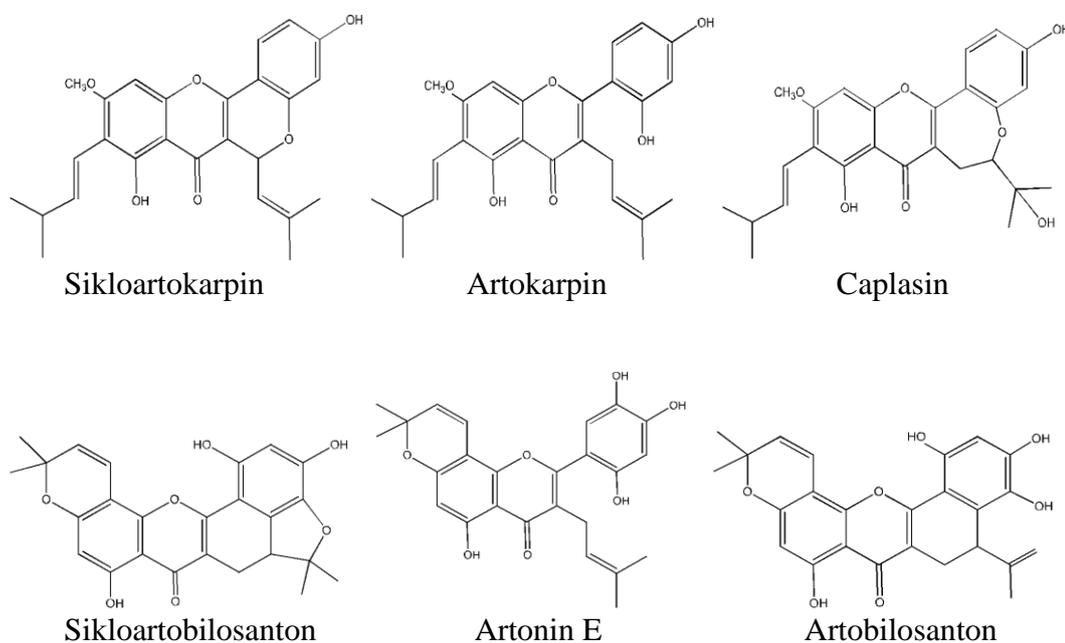
Kerajaan : Plantae
Divisi : Magnoliophyta
Kelas : Magnoliopsida
Ordo : Rosales
Famili : Moraceae
Genus : *Artocarpus*
Spesies : *Artocarpus altilis* (Adinugraha dkk., 2014)

Tumbuhan sukun (*Artocarpus altilis*) telah dikenal sebagai tumbuhan yang memiliki manfaat dalam bidang pengobatan. Hal ini dikarenakan kemampuan tumbuhan sukun yang dapat digunakan sebagai obat tradisional atau obat herbal. Seluruh bagian tumbuhan sukun diyakini memiliki manfaat sebagai obat baik pada bagian batang, daun, akar, bunga, serta buahnya. Secara tradisional, daun sukun digunakan untuk pengobatan berbagai jenis penyakit seperti sirosis hati, hipertensi, dan diabetes (Kasahara dan Hemmy, 1988).

Secara ilmiah, beberapa aktivitas biologis dari ekstrak tanaman ini telah dilaporkan. Ekstrak metanol/diklorometana dari pucuk tanaman sukun menunjukkan aktifitas pada uji inhibisi Cathepsin K (Patil *et al.*, 2002). Sebuah studi melaporkan bahwa inhibitor Cathepsin K sangat efektif dalam mencegah penyerapan tulang, dan mungkin dapat menjadi pilihan pengobatan yang potensial untuk penyakit osteoporosis (Delaisse *et al.*, 1980). Ekstrak aseton dari daunnya menunjukkan efek inhibisi terhadap aktifitas 5α -reduktase yang mungkin membuatnya berguna dalam pengobatan selektif terhadap tumor jinak prostat hiperplasia dan kanker prostat (Shimizu *et al.*, 2000). Ekstrak tanaman sukun juga menunjukkan kemampuan untuk meredakan gejala diabetes mellitus dan masalah yang berkaitan dengan sekresi urin (Lans, 2006). Sebuah studi juga

menunjukkan bahwa ekstrak etil asetat dari daun sukun memiliki efek sitotoksik pada beberapa sel kanker manusia, termasuk kanker paru-paru (Sel SPC-A-1), kanker usus besar (Sel SW-480), dan kanker hati (Sel SMMC-7721) (Wang *et al.*, 2007), sehingga mengindikasikan bahwa ekstrak ini dapat menjadi agen antikanker yang potensial.

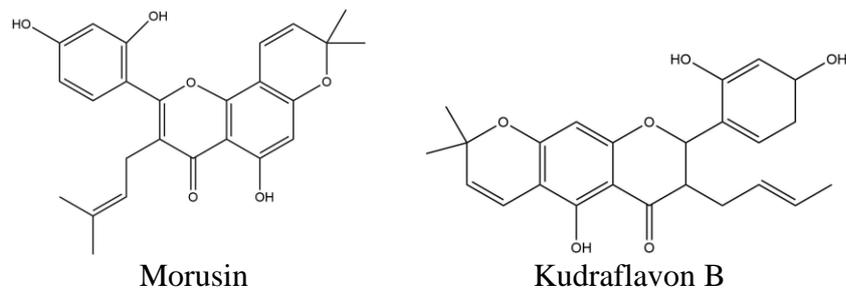
Penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh (Arung *et al.*, 2009) menunjukkan bahwa ekstrak akar *Artocarpus altilis* mengandung artokarpin sebagai konstituen terbesar yang dapat menghambat pertumbuhan sel dengan menginduksi formasi fase apoptosis dan sub-G1 pada sel-sel in vitro T47D pada payudara manusia. Studi lain melaporkan bahwa akar *Artocarpus altilis* menunjukkan aktivitas antituberkular, sitotoksik, dan antimalaria (Boonphong *et al.*, 2007).



Gambar 2. Struktur kimia beberapa flavonoid yang diisolasi dari *Artocarpus altilis* (Park.) Fosberg (Boonphong *et al.*, 2007).

Isolasi bio-logam terpadu dari *Artocarpus altilis* mengarahkan kepada identifikasi sembilan senyawa flavon terprenilasi. Senyawa-senyawa flavon ini menunjukkan aktivitas antituberkular melawan mikobakteria tuberkulosis H37Ra dengan konsentrasi minimum inhibisi sebesar 3.12 – 100 µg/ml dan menunjukkan efek sitotoksik melawan sel KB, BC, dan Vero yang mirip dengan nilai IC₅₀ sebesar 2.9–14.7 µg/ml. Morusin, kudraflavon B, sikloartobilosanton, artonin E, dan artobilosanton ditemukan di kulit akar menunjukkan aktivitas antiplasmodial dengan nilai IC₅₀ berkisar antara 1.9 to 4.3 µg/ml (Tang *et al.*, 2013).

Sedangkan studi yang dilakukan oleh (Weng *et al.*, 2006) melaporkan bahwa konstituen terbesar pada ekstrak etil asetat dari *Artocarpus altilis*, yang memiliki efek sitoproteksi, adalah β-sitosterol dan enam flavonoid. Lebih lanjut, flavonoid yang diisolasi dari *Artocarpus altilis* berpotensi sebagai antioksidan dan/atau agen pemutih pada kulit (Lan *et al.*, 2013).



Gambar 3. Struktur kimia beberapa flavonoid yang diisolasi dari kulit akar *A. altilis*

D. Senyawa Metabolit Sekunder

Metabolit sekunder merupakan senyawa kimia yang terdapat dalam suatu organisme yang tidak terlibat secara langsung dalam proses pertumbuhan, perkembangan, atau reproduksi organisme. Berbeda dengan metabolit primer yang ditemukan pada seluruh spesies dan diproduksi dengan menggunakan jalur yang sama, senyawa metabolit sekunder tertentu hanya ditemukan pada spesies tertentu. Tanpa senyawa ini, organisme akan menderita kerusakan atau menurunnya kemampuan bertahan hidup. Fungsi senyawa ini pada suatu organisme diantaranya adalah untuk bertahan dari predator, kompetitor, dan untuk mendukung proses reproduksi (Herbert, 1996).

Fungsi metabolit sekunder adalah melindungi tanaman dari serangan mikroba, contohnya tanaman akan membentuk fitoaleksin, senyawa khusus yang disintesis di sekitar sel yang terinfeksi. Metabolit sekunder juga berfungsi mempertahankan diri dari gangguan predator dan herbivora yaitu dengan membentuk senyawa toksik yang menyebabkannya menjadi beracun. Senyawa ini juga berfungsi sebagai perlindungan terhadap lingkungan, misalnya antosianin diproduksi untuk melindungi tanaman dari terpaan sinar UV serta digunakan untuk kompetisi antartanaman dengan cara menghasilkan senyawa yang bersifat aleopati, beracun terhadap tanaman lainnya. Di dalam satu tanaman, terdapat lebih dari satu macam metabolit sekunder. Hal ini yang menyebabkan tanaman tertentu dapat memiliki beberapa macam khasiat terapi yang berbeda sesuai dengan metabolit sekunder yang terkandung di dalamnya (Hanani, 2010).

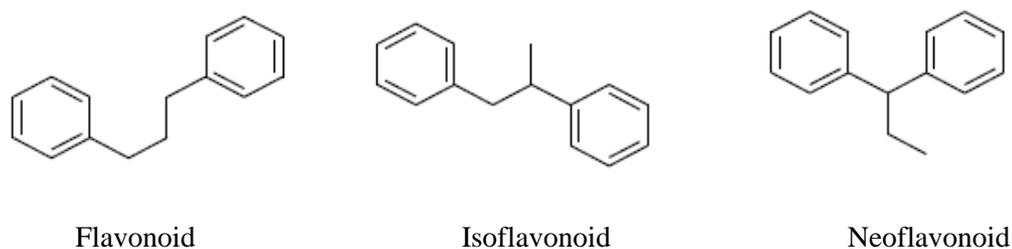
Menurut Saifudin (2014), senyawa metabolit sekunder tidak terlibat langsung dalam metabolisme/kehidupan dasar seperti pertumbuhan, perkembangan dan reproduksi; tidak esensial yang berarti ketiadaan senyawa ini dalam jangka pendek tidak mengakibatkan kematian pada tanaman, sedangkan ketiadaan dalam jangka panjang akan mengakibatkan kelemahan dalam pertahanan diri, survival, estetika, dan menarik serangga. Golongan metabolit sekunder terdistribusi hanya pada filogenetik/famili tertentu. Senyawa ini sering kali berperan dalam pertahanan terhadap musuh. Senyawa dengan berat molekul 50-1500 Dalton ini adalah mikromolekul yang tergolong ke dalam beberapa golongan utama yaitu terpenoid, saponin, steroid, fenil propanoid, poliketida, flavonoid, dan alkaloid.

Mikroba dan tumbuhan baik yang berasal dari darat maupun laut merupakan salah satu sumber utama bahan obat. Berbagai obat penting yang digunakan dalam terapi klinik seperti antibiotik, statin, vinkristin, dan taksol didapatkan dengan pemurnian dari sumber bahan alam seperti tumbuhan (Saifudin, 2014). Senyawa metabolit sekunder juga sering dibuat dengan memodifikasi jalur sintetik dari senyawa metabolit primer atau berbagai substrat yang berasal dari metabolit primer.

E. Flavonoid

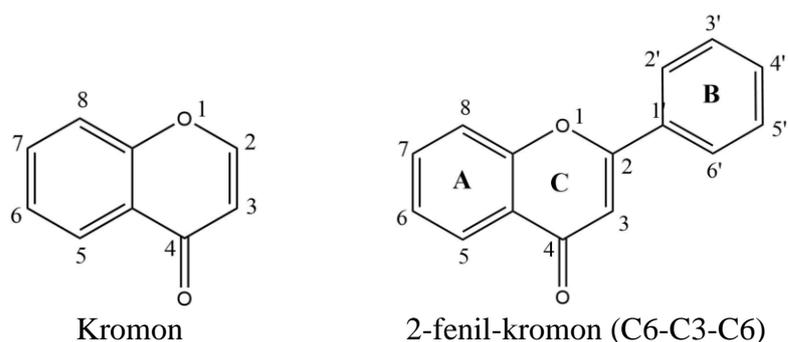
Senyawa flavonoid adalah senyawa polifenol yang mempunyai 15 atom karbon yang tersusun dalam konfigurasi C₆-C₃-C₆, yaitu dua cincin aromatik yang dihubungkan oleh 3 atom karbon yang dapat atau tidak dapat membentuk cincin

ketiga. Flavonoid terdapat dalam semua tumbuhan hijau sehingga dapat ditemukan pada setiap ekstrak tumbuhan (Markham, 1988). Golongan flavonoid dapat digambarkan sebagai deretan senyawa C₆-C₃-C₆, artinya kerangka karbonnya terdiri atas dua gugus C₆ (cincin benzena tersubstitusi) disambungkan oleh rantai alifatik tiga karbon (Robinson, 1995). Susunan ini dapat menghasilkan tiga jenis struktur, yakni 1,3-diarilpropana atau flavonoid, 1,2-diarilpropana atau isoflavonoid, dan 1,1-diarilpropana atau neoflavonoid seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2 (Achmad, 1986). Senyawa ini biasanya terdapat sebagai pigmen tumbuhan untuk menarik *pollinator* atau sebagai bentuk pertahanan bagi tumbuhan untuk melawan serangga dan mikroorganisme (Rosa *et al.*, 2010).



Gambar 4. Tiga jenis struktur flavonoid (Achmad, 1996).

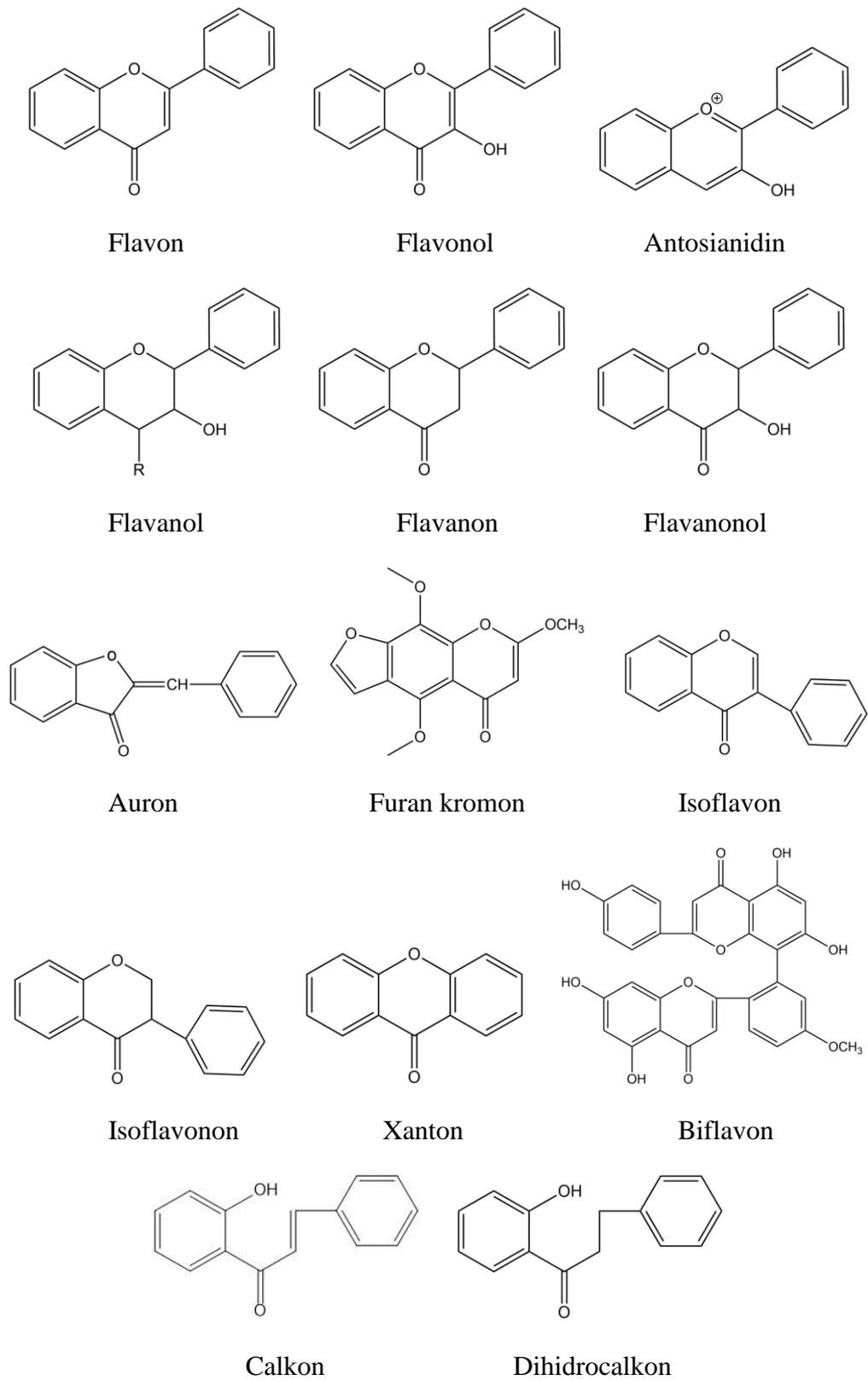
Flavonoid adalah komponen yang mempunyai berat molekul rendah dengan struktur dasar 2-fenil-kromon (Gambar 5). Senyawa-senyawa flavonoid digolongkan dalam beberapa jenis tergantung pada tingkat oksidasi dari rantai propana dari sistem 1,3-diarilpropana (Achmad, 1986). Golongan terbesar flavonoid mempunyai cincin piran yang menghubungkan rantai tiga karbon dengan salah satu dari cincin benzena. Senyawa ini terdiri dari dua cincin benzena (A dan B) yang dihubungkan melalui cincin heterosiklik piran atau piron (dengan ikatan ganda) yang disebut cincin “C” (Middleton *et al.*, 2000).



Gambar 5. Sistem penomoran kerangka dasar flavonoid (Wang *et al.*, 2017).

Biosintesis flavonoid dapat dilakukan dari turunan asam asetat/fenilalanin melalui jalur asam shikimat. Secara tradisional, flavonoid diklasifikasikan berdasarkan tingkat oksidasi, anularitas cincin C, dan posisi koneksi cincin B (Gambar 6).

Kelas flavon dan flavonol mendominasi senyawa flavonoid dalam jumlah yang besar. Kuersetin yang termasuk ke dalam kelas flavonol, misalnya, adalah senyawa yang paling sering dipelajari. Flavon dan flavonol memiliki ikatan $C_2=C_3$ jenuh dan banyak tersedia pada tanaman. Isoflavon, seperti daidzein, adalah senyawa 3-fenil-kromon. Sebagai prekursor utama dalam biosintesis flavonoid, kalkon merupakan isomer pembuka cincin C pada dihidroflavon, yang merupakan senyawa pemberi warna pada tanaman. Auron adalah turunan cincin lima benzofuran. Antosianidin adalah kelompok pigmen kromen yang penting dalam memberikan warna yang khas pada tanaman, yang tersedia dalam bentuk ion. Flavanol adalah produk reduksi dari dihidroflavonol, khususnya flavan-3-ol yang banyak tersebar dalam tumbuhan, yang dikenal juga dengan katekin. Namun, masih ada jenis flavonoid lain yang tidak memiliki kerangka C6-C3-C6, misalnya biflavon, furan kromon, dan xanton (Wang *et al.*, 2017).



Gambar 6. Struktur kimia dan klasifikasi flavonoid (Wang *et al.*, 2017).

Struktur berbagai tipe atau golongan flavonoid bervariasi sesuai dengan kerangka dasar heterosiklik beroksigen yang dapat berupa γ piron, piran atau pirilium. Kecuali pada auron dan kalkon, siklisasi terjadi antara atom karbon di dekat cincin benzena (B) dan satu gugus hidroksil cincin A. Kelas-kelas yang berlainan pada flavonoid dibedakan berdasarkan cincin heterosiklik oksigen dan juga hidroksil yang tersebar menurut pola yang berlainan (Robinson, 1991). Perbedaan di bagian rantai karbon nomor 3 menentukan klasifikasi dari senyawa flavonoid.

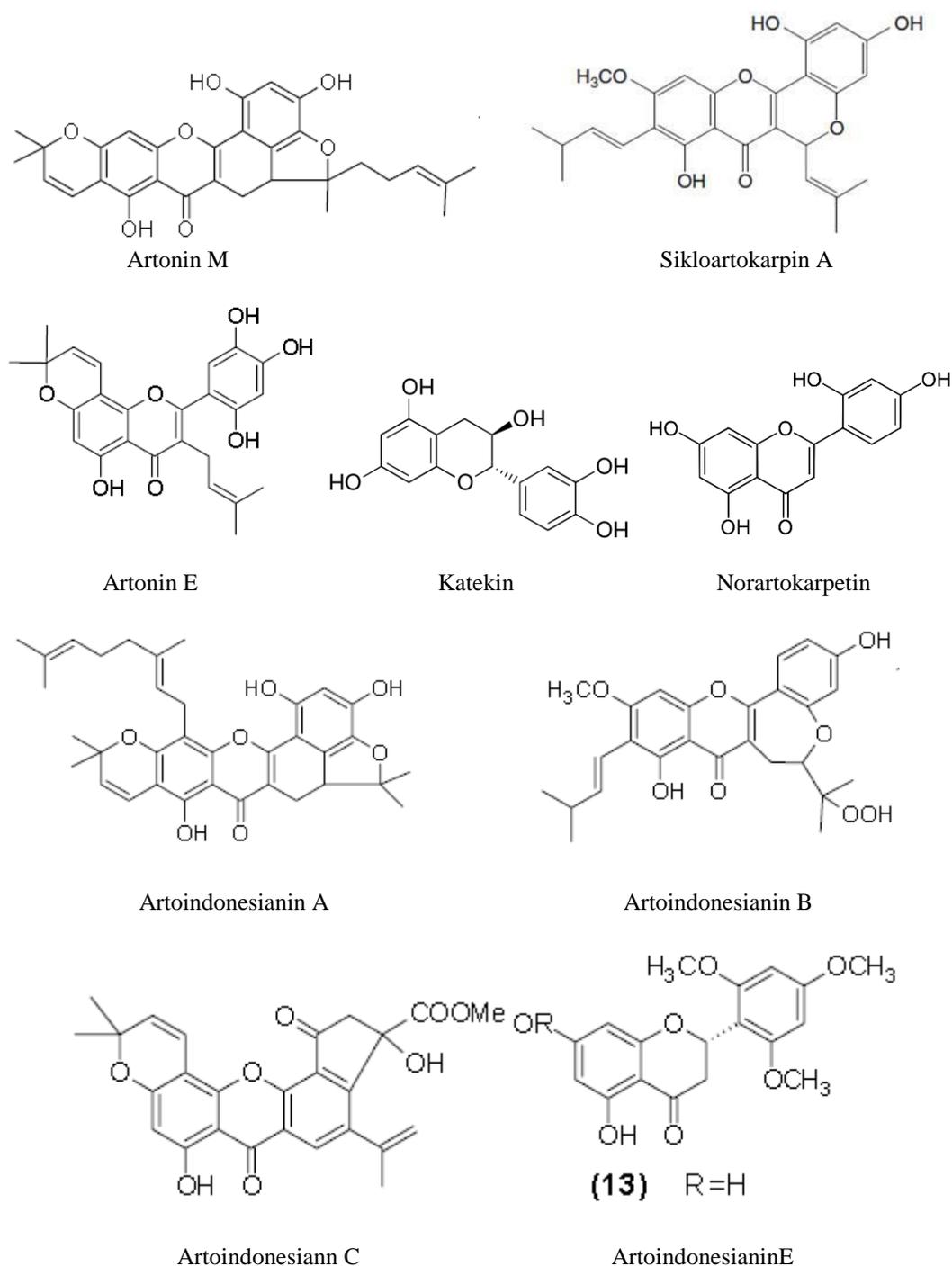
Pada tumbuhan tinggi, flavonoid terdapat baik dalam bagian vegetatif maupun dalam bunga. Beberapa flavonoid tak berwarna, tetapi flavonoid yang menyerap sinar UV kemungkinan berperan penting dalam menarik serangga. Sifat berbagai golongan flavonoid dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Sifat beberapa golongan flavonoid (Harborne, 1996).

Golongan flavonoid	Ciri khas
Antosianin	Larut dalam air, λ maks 515-545 nm, bergerak dengan BAA pada kertas.
Proantosianin	Menghasilkan antosianidin (warna dapat diekstraksi dengan amil alkohol) bila jaringan dipanaskan dalam HCl 2 M selama setengah jam.
Flavonol	Setelah hidrolisis, berupa bercak kuning murup pada kromatogram forestall bila disinari dengan sinar UV, maksimal spektrum pada 350-386 nm.
Flavon	Setelah dihidrolisis, berupa bercak coklat redup pada kromatogram forestall, maksimal spektrum pada 330-350 nm.
Glikoflavon	Mengandung gula yang terikat melalui ikatan C-C bergerak dengan pengembang air, tidak seperti flavon biasa.
Biflavonil	Pada kromatogram BAA berupa bercak redup dengan RF tinggi.
Calkon dan auron	Dengan amonia berwarna merah (perubahan warna dapat diamati <i>in situ</i>), maksimal spektrum 370-410 nm.
Flavanon	Berwarna merah kuat dengan Mg/HCl; kadang-kadang sangat pahit.
Isoflavon	Bergerak pada kertas dengan pengembang air; tak ada uji warna yang khas.

Beberapa senyawa flavonoid telah diisolasi dari tanaman *Artocarpus*. Flavonoid tersebut memiliki kerangka dasar kalkon, flavanon, flavan-3-ol (katekin), flavon sederhana, prenilflavon, oksepinoflavon, piranoflavon, dihidrobenzosanton,

furanodihydrobenzofuran, quinosanton, siklopentenosanton, santonolid, dihidrosanton, dan sikloopenenosanton (Hakim, 2010).



Gambar 7. Struktur kimia dari beberapa flavonoid yang telah diisolasi dari tumbuhan Artocarpus (Hakim, 2010).

Telah banyak dilakukan penelitian mengenai potensi aktivitas antivirus dan antibakteri dari flavonoid bioaktif. Misalnya, aktivitas terapi dalam melawan virus influenza (Rakers *et al.*, 2014), virus *canine distemper* (Carvalho *et al.*, 2013), virus hepatitis C (Shibata *et al.*, 2014), dan bakteri *Eschericia coli* (Nguyen *et al.*, 2013). Bioaktivitas tersebut sebagian besarnya dikaitkan dengan struktur kimia senyawa dalam hal pola metoksilasi, glikosilasi, dan hidroksilasi (Carvalho *et al.*, 2013.; Kim *et al.*, 2011). Selama bertahun-tahun, penelitian mengenai hubungan aktivitas struktur atau SAR (*Structure Activity Relationship*) yang terkait telah dicirikan dalam berbagai aspek. Ikatan rangkap C2=C3 dalam banyak kasus diduga sebagai elemen dasar yang memiliki peran yang sangat penting dalam kaitannya dengan bioaktivitas senyawa flavonoid (Nguyen *et al.*, 2013).

F. Ekstraksi

Ekstraksi adalah kegiatan penarikan kandungan kimia yang dapat larut sehingga terpisah dari bahan yang tidak larut dengan pelarut cair. Senyawa aktif yang terdapat dalam berbagai simplisia dapat digolongkan ke dalam golongan minyak atsiri, alkaloid, flavonoid, dan lain-lain. Dengan diketahuinya senyawa aktif yang dikandung simplisia akan mempermudah pemilihan pelarut dan cara ekstraksi yang tepat (Sudarmadji dkk., 2007). Ekstraksi didasarkan pada kaidah *like dissolve like* yang artinya suatu senyawa larut jika tingkat kepolarannya sama. Beberapa jenis pelarut organik dan sifat fisiknya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pelarut organik dan sifat fisiknya (Sudarmadji dkk., 2007).

Pelarut	Titik didih (⁰C)	Titik beku (⁰C)	Konstanta dielektrik	Indeks polaritas
Akuades	100,0	0	80,2	10,2
Metanol	64,0	-98	32,6	5,1
Etanol	78,4	-117	24,3	5,2
Kloroform	61,2	-64	4,8	4,1
Etil Asetat	77,1	-84	6,0	4,4
Dietil Eter	35,0	-116	4,3	2,8
Aseton	56,0	-95	20,7	5,1

Ekstraksi terdiri dari beberapa metode, seperti maserasi, perkolasi, sokletasi, refluks, dan destilasi uap. Pemilihan metode ekstraksi bergantung pada sifat bahan dan senyawa target yang akan diisolasi (Mukhriani, 2014). Pada penelitian ini dilakukan proses ekstraksi dengan cara maserasi. Menurut Lenny (2006) proses ekstraksi secara maserasi sangat menguntungkan dalam isolasi senyawa bahan alam karena dengan perendaman sampel tumbuhan akan terjadi pemecahan dinding dan membran sel akibat perbedaan tekanan antara di dalam dan di luar sel, sehingga senyawa metabolit sekunder yang ada di dalam sitoplasma akan terlarut dalam pelarut organik.

Maserasi adalah metode yang dilakukan dengan cara merendam serbuk simplisia dengan pelarut yang sesuai di dalam wadah yang *inert* dan tertutup rapat pada suhu kamar dalam kurun waktu tertentu. Maserasi baik digunakan untuk mendapatkan senyawa-senyawa yang bersifat termolabil atau tidak tahan terhadap panas. Maserasi dengan pengulangan (remaserasi) lebih efisien daripada maserasi tunggal. Hal ini karena ada kemungkinan sejumlah besar senyawa aktif masih tertinggal di dalam sampel dari proses maserasi yang pertama (Sarker *et al.*, 2006).

G. Pemisahan Secara Kromatografi

Kromatografi merupakan suatu teknik pemisahan campuran didasarkan atas perbedaan distribusi dari komponen-komponen campuran tersebut di antara dua fase yaitu fase diam (padat atau cair) dan fase gerak (cair atau gas). Bila fase diam berupa zat padat yang aktif, maka dikenal istilah kromatografi penyerapan (*adsorption chromatography*). Bila fase diam berupa zat cair, maka teknik ini disebut kromatografi pembagian (*partition chromatography*) (Hostettmann *et al.*, 1986). Kromatografi digolongkan ke dalam beberapa golongan berdasarkan jenis fasa diam dan fasa gerak yang digunakan (Tabel 3).

Tabel 3. Penggolongan kromatografi berdasarkan fasa diam dan fasa gerak (Johnson dan Stevenson, 1991).

Fasa diam	Fasa gerak	Sistem kromatografi
Padat	Cair	Cair-adsorpsi
Padat	Gas	Gas-adsorpsi
Cair	Cair	Cair-partisi
Cair	Gas	Gas-partisi

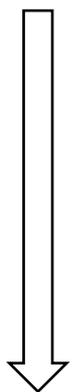
Dalam kromatografi digunakan eluen. Eluen adalah pelarut yang dipakai dalam proses migrasi/pergerakan dalam membawa komponen-komponen zat sampel atau dalam arti yang lain merupakan fasa yang bergerak melalui fasa diam dan membawa komponen-komponen senyawa yang akan dipisahkan (Hostettmann, 1995).

Metode kromatografi yang digunakan dalam penelitian ini antara lain kromatografi lapis tipis (KLT), kromatografi cair vakum (KCV), kromatografi kolom gravitasi (KKG), dan kromatografi lapis tipis sentrifugal (kromatotron).

1. Kromatografi Cair Vakum (KCV)

Kromatografi cair vakum (KCV) merupakan salah satu kromatografi vakum khusus yang biasanya menggunakan silika gel sebagai adsorben. Kelebihan KCV jika dibandingkan dengan kromatografi kolom biasanya terletak pada kecepatan proses (efisiensi waktu) karena proses pengelusian dipercepat dengan memvakumkan kolom. Selain itu KCV juga dapat memisahkan sampel dalam jumlah banyak. Ukuran partikel silika gel yang terlalu kecil akan menyebabkan proses elusi berjalan sangat lambat. Urutan eluen yang digunakan dalam kromatografi cair diawali mulai dari eluen yang mempunyai tingkat kepolaran rendah kemudian kepolarannya ditingkatkan secara perlahan-lahan (Hostettmann, *et al.*, 1986).

Berikut ini merupakan urutan eluen pada kromatografi berdasarkan kenaikan tingkat kepolarannya (Gritter dkk., 1991) :

<i>n</i> -heksana	Non polar  Polar
Sikloheksana	
Karbon tetraklorida	
Benzena	
Toluena	
Metilen klorida	
Kloroform	
Etil asetat	
Aseton	
<i>n</i> -propanol	
Etanol	
Asetonitril	
Metanol	
Air	

Pengemasan sorben sebagai fasa diam pada metode KCV dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu cara basah dan cara kering. Pengemasan fasa diam dengan cara basah dilakukan dengan terlebih dahulu melarutkan sorben ke dalam eluen yang

akan digunakan. *Slurry* yang terbentuk dimasukkan ke dalam kolom secara merata. Eluen dibiarkan mengalir hingga terbentuk fasa diam yang rata, lalu aliran dihentikan. Adapun pengemasan dengan cara kering dilakukan dengan mengemas sorben kering ke dalam kolom. Caranya dengan memasukkan sorben kering secara perlahan kemudian dipadatkan dan diratakan dengan bantuan alat gelas. Fasa diam kemudian dibasahi dengan eluen yang akan digunakan sebelum sampel dielusi.

Meskipun sebagian besar KCV menggunakan metode pengemasan dengan cara basah, namun beberapa penelitian menunjukkan bahwa metode pengemasan dengan cara kering justru memberikan hasil terbaik. Cara ini menghasilkan fasa diam dengan kerapatan yang jauh lebih besar sekaligus menghindari terjadinya penggumpalan dan fasa diam yang ikut terbawa keluar kolom bersama eluen (Targett, 1979).

2. Kromatografi Lapis Tipis (KLT)

Kromatografi lapis tipis merupakan suatu metode pemisahan fisikokimia. Lapisan pemisah terdiri atas bahan berbutir-butir (fasa diam), ditempatkan pada penyangga berupa plat gelas, logam, atau lapisan yang cocok. Campuran yang akan dipisahkan berupa larutan yang ditotolkan baik berupa bercak ataupun pita. Setelah plat atau lapisan dimasukkan ke dalam bejana tertutup rapat yang berisi larutan khusus pengembang yang cocok (fase gerak), pemisahan terjadi selama perambatan kapiler (pengembangan). Selanjutnya senyawa yang tidak berwarna harus ditampakkan (Stahl, 1985).

Pemilihan fasa gerak merupakan langkah sangat penting untuk keberhasilan analisis dengan KLT. Sifat-sifat pelarut pengembang merupakan faktor dominan dalam penentuan mobilitas komponen-komponen campuran. Umumnya kemampuan suatu pelarut pengembang untuk menggerakkan senyawa pada suatu adsorben berhubungan dengan polaritas pelarut. Kemampuan ini disebut kekuatan elusi.

Beberapa istilah digunakan dalam kromatografi lapis tipis. Fase diam pada kromatografi lapis tipis berupa fase yang polar (fase normal) seperti: silika gel, alumina (aluminium oksida), kiselguhr, magnesium silikat dan selulosa, maupun fase nonpolar (fase terbalik) seperti: fase diam dari silika dan resin. Fase gerak baik tunggal maupun campuran pemilihannya tergantung pada solut yang dianalisis dan fase diam yang digunakan. Bila fase diam telah ditentukan maka memilih fase gerak dapat berpedoman pada kekuatan elusi fase gerak tersebut (Sumarno, 2001). Titik tempat campuran ditotolkan pada ujung pelat atau lembaran disebut titik awal dan cara menempatkan cuplikan disebut penotolan. Garis depan pelarut adalah bagian atas fase gerak atau pelarut ketika ia bergerak melalui lapisan, dan setelah pengembang selesai, merupakan tinggi maksimum yang dicapai oleh pelarut (Gritter dkk., 1991).

Pendeteksian bercak hasil pemisahan dapat dilakukan dengan beberapa cara. Untuk senyawa tak berwarna, cara yang paling sederhana adalah dilakukan pengamatan dengan sinar ultraviolet. Beberapa senyawa organik bersinar atau berflourosensi jika disinari dengan sinar ultraviolet gelombang pendek (254 nm) atau gelombang panjang (366 nm), jika dengan cara itu senyawa tidak dapat

dideteksi maka harus dicoba disemprot dengan pereaksi yang membuat bercak tersebut tampak, yaitu pertama tanpa pemanasan, kemudian bila perlu dengan pemanasan (Gritter dkk., 1991; Stahl, 1985). Menurut Mulja dan Suharman (1995), perilaku senyawa tertentu di dalam sistem kromatografi tertentu dinyatakan dengan harga R_f (faktor retensi). Faktor retensi untuk tiap-tiap noda kromatogram dapat didefinisikan sebagai :

$$R_f = \frac{\text{Jarak yang ditempuh solut}}{\text{Jarak yang ditempuh fasa gerak}}$$

Jarak pengembangan senyawa pada kromatogram biasanya dinyatakan dengan angka R_f atau hR_f . Angka R_f berjangka antara 0,00 dan 1,00 dan hanya dapat ditentukan dua desimal. hR_f ialah angka R_f dikalikan faktor 100 (h), menghasilkan nilai berjangka 0 sampai 100, jika dipilih 10 cm sebagai jarak pengembangan, maka jarak rambat suatu senyawa (titik awal – pusat bercak dalam cm) x 10 menghasilkan angka hR_f . Tetapi, karena angka R_f merupakan fungsi sejumlah faktor, angka ini harus dianggap sebagai petunjuk saja (Stahl, 1985). Menurut Sastrohamidjojo (1991), terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi gerakan dalam kromatografi lapis tipis yang juga mempengaruhi harga R_f antara lain struktur kimia dari senyawa yang dipisahkan, sifat dari fase diam, tebal dan kelarutan dari fase diam, pelarut fase gerak, kejenuhan dari uap dalam bejana pengembangan, jumlah cuplikan yang digunakan, dan suhu.

3. Kromatografi Kolom Gravitasi (KKG)

Kromatografi kolom merupakan kromatografi cair-adsorpsi yang dilakukan hanya berdasarkan gaya gravitasi bumi (Gritter dkk., 1991). Pada kromatografi kolom, sampel sebagai lapisan terpisah diletakkan di atas fase diam. Sampel dihomogenkan dengan fase diam sehingga merupakan serbuk kering. Di atas lapisan ini diletakkan pasir untuk menjaga tidak terjadinya kerusakan ketika ditambahkan fase gerak di atas lapisan sampel. Fase diam dan sampel ini berada di dalam kolom yang biasanya dibuat dari gelas, logam, ataupun plastik.

Selama elusi, fase gerak dialirkan dari atas, mengalir karena gaya gravitasi atau ditekan dan juga disedot dari bawah. Komponen sampel akan terpisah selama bergerak dibawa fase gerak di dalam kolom (fase diam). Komponen yang paling tidak tertahan oleh fase diam akan keluar lebih dahulu dan diikuti oleh komponen lain. Semuanya ditampung sebagai fraksi. Volume tiap fraksi tergantung besarnya sampel (kolom). Kromatografi kolom diterapkan secara luas untuk pemisahan senyawa-senyawa hasil alam khususnya metabolit sekunder (Ibrahim dan Sitorus, 2013).

4. Kromatografi Lapis Tipis Sentrifugal (Kromatotron)

Kromatografi lapis tipis sentrifugal adalah teknik kromatografi preparatif yang menggunakan gaya sentrifugal dalam pemisahan sistem multi-komponen. Hal ini memungkinkan terjadinya pemisahan yang cepat menggunakan gaya sentrifugal dari rotor yang berputar sehingga dapat menggerakkan fase gerak melalui lapisan

adsorben. Dengan demikian, kromatografi lapis tipis sentrifugal dapat digunakan secara luas untuk fraksinasi, pemisahan, dan pemurnian senyawa-senyawa kimia bahan alam (Varsha and Desai, 2015).

Instrumen khusus yang digunakan dalam teknik ini dinamai kromatotron. Pada teknik ini, gaya sentrifugal dihasilkan dari perputaran cakram dan fase geraknya dialirkan dengan laju yang konstan. Sampel yang telah dilarutkan dalam eluen yang akan digunakan kemudian dielusikan, sehingga terbentuk pita-pita bulat dari komponen-komponen yang terpisah. Komponen yang terpisah kemudian dialirkan keluar dari tepi rotor bersama dengan eluen (Kulkarni *et al.*, 2011).

Fasa diam yang digunakan adalah sorben yang dilapisi sebagai lapisan tipis pada rotor yang digerakkan oleh motor. Sampel yang akan dipisahkan dilarutkan dalam eluen kemudian dialirkan pada rotor melalui sumbu. Ketika elusi dimulai dengan mengalirkan eluen yang digunakan, pita konsentrat dari zat yang terpisah akan terbentuk. Ketika proses pengembangan, pita-pita tersebut akan menuju tepi rotor dan keluar dari rotor menuju wadah penampung. Untuk mengetahui jalannya proses elusi, digunakan lampu UV untuk memonitornya (Varsha and Desai, 2015).

Ada dua faktor penting yang harus diperhatikan ketika melakukan pemisahan dengan metode ini, yaitu laju alir fase gerak dan kecepatan rotasi alat rotor yang digunakan. Seiring dengan berjalannya pemisahan, waktu pemisahan bergantung pada laju alir fase gerak. Laju alir yang tinggi mempercepat proses pemisahan tetapi membutuhkan volume pelarut yang besar. Tingkat elusi serta faktor pemisahan juga tergantung pada laju rotasi sistem kromatografi. Resolusi

maksimum dicapai pada laju rotasi sistem yang rendah. Resolusi tertinggi dapat diperoleh pada laju alir fase gerak dan kecepatan rotasi yang sedang (Stahl and Muller, 1982). Tabel 4 menunjukkan variasi ketebalan sorben yang disesuaikan dengan laju alir fase gerak dan jumlah sampel yang digunakan.

Tabel 4. Laju alir dan jumlah sampel yang digunakan dalam beberapa variasi ketebalan sorben (*Operation Manual Chromatotron 7924T*)

Ketebalan lapisan sorben (mm)	Laju alir fase gerak (mL/menit)	Jumlah sampel (mg)
1	2-3	250
2	4-6	750
4	8-10	1500
6&8	10-15	2500-4000

H. Identifikasi Senyawa Secara Spektroskopi

Salah satu teknik yang dapat digunakan dalam penentuan struktur dari suatu senyawa organik adalah teknik spektroskopi. Spektroskopi merupakan ilmu yang mempelajari tentang cara menganalisis spektrum suatu senyawa dan interaksi antara radiasi elektromagnetik. Teknik ini didasarkan pada interaksi antara radiasi elektromagnetik (Fessenden dan Fessenden, 1986). Radiasi elektromagnetik tersebut dapat berupa radiasi sinar γ , sinar X (X-ray), UV-Vis (ultra ungu-tampak), inframerah (IR), gelombang mikro, dan gelombang radio (Harvey, 2000).

Spektrofotometri merupakan cabang dari spektroskopi. Spektrofotometri adalah metode pengukuran kuantitatif dari sifat pantulan atau transmisi suatu material sebagai fungsi panjang gelombang (Allen *et al.*, 2009). Metode spektrofotometri yang dipakai pada penelitian ini antara lain spektrofotometri UV-Vis, spektrofotometri inframerah (IR), dan spektrofotometri resonansi magnetik nuklir (NMR). Spektrofotometri UV-Vis biasanya digunakan untuk mengidentifikasi adanya gugus kromofor (fenolik dan ikatan rangkap). Spektrofotometri IR untuk mengidentifikasi adanya gugus fungsional (hidroksil, aromatik, dan karbonil). Spektrofotometri NMR (^1H dan ^{13}C) untuk menentukan jumlah dan lingkungan proton (atom H dalam senyawa) dan menentukan jumlah atom karbon dalam senyawa (Sastrahamidjojo, 2007).

1. Spektrofotometri Inframerah (FT-IR)

Spektrofotometri inframerah (IR) merupakan suatu metode analisis senyawa organik dan anorganik yang didasarkan pada interaksi antara gelombang elektromagnetik inframerah dengan materi. Teknik ini didasarkan pada vibrasi suatu molekul karena adanya kemungkinan bahwa radiasi yang melewati sampel akan diserap pada energi tertentu (Stuart, 2004). Ada tiga jenis vibrasi pada spektrofotometri inframerah yaitu rotasi, regangan, dan guntingan (Gauglitz dan Vo-Dinh, 2003).

Daerah inframerah terletak antara spektrum radiasi elektromagnetik cahaya tampak dan spektrum radiasi radio, yakni antara 4000 dan 400 cm^{-1} .

Spektrofotometri IR digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat

dalam senyawa organik yang ditentukan berdasarkan ikatan dari tiap atom. Jika radiasi inframerah dilewatkan melalui sampel senyawa organik, maka terdapat sejumlah energi yang diserap dan yang ditransmisikan tanpa diserap. Molekul yang menyerap energi inframerah akan mengalami perubahan energi vibrasi dan perubahan tingkat energi rotasi sehingga menghasilkan suatu frekuensi yang khas (Silverstein *et al.*, 2005; Skoog *et al.*, 1998).

Instrumen yang digunakan untuk menentukan spektrum absorpsi suatu senyawa disebut spektrofotometer atau spektrometer inframerah. Ada dua tipe spektrofotometer inframerah yang biasa digunakan dalam penelitian, yaitu instrumen *dispersive* dan *fourier transform* (FT). Pada dasarnya spektrofotometer FT-IR (*Fourier Transform Infra Red*) sama dengan spektrofotometer IR dispersi, yang membedakannya adalah pengembangan pada sistem optiknya sebelum berkas sinar infra merah melewati sampel. Pada sistem optik FT-IR digunakan radiasi LASER (*Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*) yang berfungsi sebagai radiasi yang diinterferensikan dengan radiasi infra merah agar sinyal radiasi infra merah yang diterima oleh detektor secara utuh dan lebih baik. Meskipun keduanya memberikan hasil spektra yang hampir sama pada suatu senyawa, spektrofotometer FT-IR menghasilkan spektrum lebih cepat dibandingkan spektrofotometer *dispersive* (Pavia *et al.*, 2001). Selain itu karena spektrofotometer FT-IR dapat digunakan pada semua frekuensi dari sumber cahaya secara simultan sehingga analisis dapat dilakukan lebih cepat. Kelebihan lainnya adalah sensitifitas dari metode spektrofotometri FT-IR lebih besar daripada instrumen *dispersive*, sebab radiasi yang masuk ke sistem detektor lebih banyak karena tanpa harus melalui celah (Hsu, 1994).

Beberapa data serapan dari berbagai gugus fungsi ditunjukkan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Serapan kimia dari beberapa gugus fungsi (Fessenden dan Fessenden, 1986).

Gugus fungsi	Serapan (cm⁻¹)	Panjang gelombang (μm)
OH dan NH str.	3000-3700	2,7-3,3
CH str.	2800-3300	3,1-3,75
C≡C	2100-2250	4,4-4,8
C=O str.	1640-1820	5,5-6,1
C=C	1600-1700	5,8-6,2
C-C	1450-1600	6,25-6,9
C-O str.	1050-1300	7,7-9,5
C-N str.	900-1300	8-11

2. Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometri UV-Vis merupakan salah satu teknik analisis spektroskopi yang menggunakan sumber radiasi elektromagnetik ultraviolet dekat (190-380 nm) dan sinar tampak (380-780 nm) dengan memakai instrumen spektrofotometer.

Spektrofotometri UV-Vis melibatkan energi elektronik yang cukup besar pada molekul yang dianalisis, sehingga spektrofotometri UV-Vis lebih banyak dipakai untuk analisis kuantitatif dari pada kualitatif (Mulja dan Suharman, 1995).

Apabila pada suatu molekul diradiasikan dengan radiasi elektromagnetik maka akan terjadi eksitasi elektron ke tingkat energi yang lebih tinggi yang dikenal sebagai orbital elektron *antibonding*. Eksitasi elektron ($\sigma \rightarrow \sigma^*$) memberikan energi yang terbesar dan terjadi pada daerah ultraviolet jauh yang diberikan oleh ikatan tunggal. Pada gugus karbonil akan terjadi eksitasi elektron ($n \rightarrow \sigma^*$) yang terjadi pada daerah ultraviolet jauh. Senyawa-senyawa organik dan semua gugus yang mengabsorpsi radiasi UV-Vis disebut sebagai kromofor. Pada senyawa

organik dikenal pula gugus auksokrom, yaitu gugus fungsional yang mempunyai elektron bebas seperti -OH, -NH₂, dan -OCH₃ yang memberikan transisi ($n \rightarrow \sigma^*$). Terikatnya gugus auksokrom pada gugus kromofor akan mengakibatkan pergeseran pita absorpsi menuju panjang gelombang yang lebih panjang (pergeseran merah, batokromik) (Mulja dan Suharman, 1995).

Menurut Satiadarma dkk. (2004), persamaan untuk menghitung serapan/absorbansi (A) yang dikenal dengan hukum Lambert-Beer, yaitu :

$$A = \epsilon \cdot b \cdot C$$

Keterangan : A : besarnya serapan/absorbansi
 ϵ : absorbtivitas molar ($M^{-1}cm^{-1}$)
b : tebal sel (cm)
C : konsentrasi larutan (M)

Metode spektroskopi ini berguna untuk mengetahui jenis flavonoid. Selain itu, kedudukan gugus fungsi hidroksil pada inti flavonoid dapat ditentukan dengan cara menambahkan pereaksi geser ke dalam larutan cuplikan dan mengamati pergeseran puncak yang terjadi. Spektrum khas flavonoid terdiri dari dua pita yaitu pada rentang 240-285 nm (Pita II) dan 300-550 nm (Pita I). Letak serapan pita tepat dan kekuatan dari pita tersebut akan memberikan informasi yang berguna mengenai sifat flavonoid. Rentang utama yang diperkirakan untuk setiap jenis flavonoid dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rentang serapan spektrum UV-Vis untuk flavonoid (Markham, 1998).

Pita II (nm)	Pita I (nm)	Jenis flavonoid
250-280	310-350	Flavon
250-280	330-360	Flavonol (3-OH tersubstitusi)
250-280	350-385	Flavonol (3-OH bebas)
245-275	310-330	Isoflavon
275-295	300-390	Flavanon dan dihidroflavon
230-270	340-390	Calkon
230-270	380-430	Auron
270-280	465-560	Antosianidin dan antosianin

3. Spektroskopi NMR

Nuclear Magnetic Resonance (NMR) atau yang biasa dikenal sebagai spektrometri resonansi magnetik nuklir merupakan bentuk lain dari spektrometri serapan. Dalam NMR, senyawa menyerap energi pada daerah frekuensi radio dari spektrum elektromagnetik di bawah pengaruh medan magnet yang kuat. Radiasi pada daerah frekuensi radio digunakan untuk mengeksitasi atom, biasanya atom proton atau karbon-13 (Silverstein *et al.*, 2005).

Spektroskopi ^1H -NMR didasarkan pada penyerapan gelombang radio oleh inti-inti tertentu dalam molekul organik menggunakan hidrogen sebagai proton. Begitu juga dengan Spektroskopi ^{13}C -NMR yang akan memberikan informasi keadaan atom-atom karbon dalam sebuah molekul organik (Mulja dan Suharman, 1995). Pergeseran kimia beberapa senyawa organik dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Geseran kimia khas beberapa senyawa organik (Sudjadi, 1983).

Jenis Senyawa	$\delta^1\text{H-NMR}$ (ppm)	$^{13}\text{C-NMR}$ (ppm)
Monosubstituen	2-5	25-65
Disubstituen alkana	-0,5-0,5	0-10
Siklopropil	2-3	42-70
R-CH ₂ -NR ₂	2-3	20-40
R-CH ₂ -SR ₂	2,2-3,2	50-75
R-CH ₂ -PR ₂	3,5-4,5	50-75
R-CH ₂ -OH	4-4,6	70-85
R-CH ₂ -NO ₂	2,5-4,5	50-75
R-CH ₂ -F	4,2-5	70-80
R-CH ₂ -Cl	2,5-4	25-50
R-CH ₂ -Br	2-4	10-30
Epoksida	2,2-2,7	35-45
Nitril	4,5-7,5	100-120
Alkena	1,6-2,1	100-150
Alilik	2-3	18-30
Alkuna	6-9	75-95
Aromatik	2,2-2,8	110-145

Heteronuclear Single Quantum Correlation (HSQC) merupakan salah satu NMR dua dimensi. Teknik HSQC pada dasarnya memberikan informasi tentang korelasi antara proton dengan karbon dalam satu ikatan. Data hasil HSQC adalah hubungan C-H dua dimensi yang ditunjukkan sebagai sinyal δ_{C} vs δ_{H} . Pergeseran dari hubungan karbon-proton berguna dalam elusidasi struktur karena memberikan jawaban : inti ^1H mana yang terikat pada inti ^{13}C . Sedangkan *Heteronuclear Multiple Bond Correlation* (HMBC) digunakan untuk mengetahui hubungan antara proton dengan karbon yang berjarak 2 sampai 3 ikatan, sehingga dapat diketahui atom karbon tetangganya (Reinmaier, 2002).

III. METODE

A. Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan pada bulan Desember 2017 – Desember 2018, bertempat di Laboratorium Kimia Organik Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Determinasi tumbuhan dilakukan di Herbarium Bogoriense Bidang Botani Pusat Penelitian Bogor – LIPI Bogor. Analisis spektroskopi yang digunakan meliputi spektrofotometri UV-*Vis* di Laboratorium Biokimia Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung, spektrofotometri inframerah (IR) dan spektrofotometri NMR yang dilakukan di Laboratorium Kimia Organik Bahan Alam Institut Teknologi Bandung.

B. Alat dan Bahan

1. Alat-alat yang Digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat-alat gelas, *rotary evaporator*, satu set alat kromatografi lapis tipis (KLT), satu set alat kromatografi

cair vakum (KCV), satu set alat kromatografi kolom gravitasi (KKG), satu set alat kromatografi lapis tipis sentrifugal (kromatotron), pengukur titik leleh MP-10 Stuart, lampu UV, pipa kapiler, neraca analitik, spektrofotometer FT-IR *Prestige 21 Shimadzu*, spektrofotometer UV-Vis *Cary-199 UV-Vis Agilent Technologies*, dan spektrofotometer ^1H - dan ^{13}C -NMR merk *Agilent* dengan sistem konsol DD2 yang beroperasi pada frekuensi 500 MHz pada ^1H -NMR dan ^{13}C -NMR.

2. Bahan-bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan adalah bagian cabang tumbuhan sukun (*A. altilis* (Park. ex F.A. Zorn) Fosberg) yang telah dikeringkan dan dihaluskan, diperoleh dari Desa Bumi Dipasena Jaya, Rawajitu Timur, Tulang Bawang. Proses ekstraksi dan fraksinasi senyawa bioaktif dari sampel tumbuhan sukun menggunakan pelarut berkualitas teknis yang telah didestilasi. Sedangkan pelarut yang digunakan untuk analisis spektrofotometri berkualitas pro-analisis (p.a).

Bahan kimia yang digunakan meliputi metanol (MeOH), etil asetat (EtOAc), *n*-heksana (*n*-C₁₆H₁₄), aseton (C₃H₆O), serium sulfat (Ce(SO₄)₂) 1,5% dalam asam sulfat (H₂SO₄) 2N, diklorometana (CH₂Cl₂), silika gel Merck 60 GF₂₅₄ digunakan untuk KCV, silika gel Merck 60 (35-70 Mesh) digunakan untuk KK, kromatotron menggunakan silika gel 60 PF₂₅₄, dan plat KLT silika gel Merck kiesegal 60 F₂₅₄ 0,25 mm untuk KLT. Pereaksi geser untuk analisis spektrofotometer UV-Vis adalah AlCl₃, HCl pekat, NaOAc, NaOH, dan H₃BO₃.

C. Prosedur Penelitian

1. Persiapan Sampel

Bagian cabang tumbuhan sukun (*A. altilis* (Park. ex F.A. Zorn) Fosberg) dicuci bersih dengan air dan dipotong- potong menjadi bagian yang lebih kecil.

Kemudian dipisahkan antara kulit cabang dan kayu cabang. Bagian kulit dan kayu cabang kemudian dikeringkan dengan cara dijemur di bawah panas sinar matahari. Kulit dan kayu cabang yang sudah menjadi bagian yang lebih kecil tersebut kemudian digiling secara terpisah hingga menjadi serbuk halus yang kemudian digunakan sebagai sampel.

2. Ekstraksi

Ekstraksi sampel menggunakan metode maserasi. Serbuk halus kulit cabang tanaman sukun (*A. altilis* (Park. ex F.A. Zorn) Fosberg) sebanyak 2 kilogram dimaserasi dengan menggunakan metanol selama 24 jam. Residunya kemudian dimaserasi kembali dengan pelarut yang sama sehingga maserasi diulang sebanyak tiga kali. Ekstrak metanol tersebut kemudian dipekatkan dengan *rotary evaporator* pada suhu 50⁰ C dengan kecepatan 150 rpm. Ekstrak pekat yang didapat kemudian ditimbang.

3. Kromatografi

3.1 Kromatografi Cair Vakum (KCV)

Fraksinasi ekstrak kasar pada kegiatan isolasi senyawa bahan alam dapat dilakukan menggunakan metode kromatografi cair vakum (KCV). Pada penelitian ini, digunakan metode KCV menggunakan silika gel 60 GF₂₅₄ sebagai fasa diam dan eluen etil asetat/*n*-heksana 0% hingga etil asetat/*n*-heksana. Metode ini mengacu pada Suhartati dan Yandri (2007).

Corong Buchner kaca masir yang berada di atas kolom KCV diisi dengan fasa diam silika gel halus sebanyak 10 kali berat sampel yang dikemas dalam keadaan kering. Bagian atasnya ditutup dengan kertas saring. Kemudian kolom dikemas kering dalam keadaan vakum menggunakan alat vakum. Eluen yang kepolarannya rendah, yaitu *n*-heksana dituangkan terlebih dahulu ke permukaan silika gel halus kemudian divakum kembali. Kolom dihisap sampai kering dengan alat vakum untuk mendapatkan kerapatan yang maksimum dan kolom siap digunakan.

Sampel yang telah dilarutkan dalam aseton kemudian diimpregnasikan kepada silika gel kasar, yaitu silika gel yang ukuran partikelnya lebih besar. Impregnasi dilakukan dengan tujuan untuk memperluas permukaan silika gel sebagai fasa diam sehingga sampel yang akan dielusi dapat tersebar secara homogen. Hal ini sebagaimana yang dinyatakan oleh Tasmin *et al.* (2014) bahwa ukuran partikal silika impregnan harus lebih besar untuk mempermudah proses elusi. Selanjutnya sampel dimasukkan pada bagian

atas kolom yang telah berisi fasa diam secara merata. Bagian atasnya diletakkan kertas saring lalu divakum. Setelah itu kolom dielusi perlahan dengan *n*-heksana : etil asetat mulai dari kepolaran rendah hingga lebih polar (100 : 0 – 0 : 100 %). Kolom dihisap dengan vakum sampai kering pada setiap penambahan eluen (tiap kali elusi dilakukan). Kemudian fraksi-fraksi yang diperoleh dikumpulkan berdasarkan pola fraksinasi. Fraksinasi sampel dengan teknik KCV dilakukan berulang dengan pelakuan yang sama seperti tahapan KCV awal di atas.

3.2 Kromatografi Lapis Tipis (KLT)

Kromatografi lapis tipis (KLT) dilakukan untuk melihat pola pemisahan komponen-komponen senyawa yang terdapat dalam ekstrak kasar. KLT dilakukan menggunakan sistem campuran eluen yang terdiri atas pelarut *n*-heksana dan etil asetat dengan perbandingan yang sesuai setelah sebelumnya sampel dilarutkan dalam aseton dan ditotolkan pada plat KLT. Setelah dilakukan elusi terhadap plat KLT, bercak/noda dilihat di bawah lampu UV pada panjang gelombang 254 nm dan 366 nm. Selanjutnya kromatogram disemprot dengan menggunakan larutan serum sulfat untuk menampakkan bercak/noda hasil KLT. KLT juga dilakukan untuk memonitoring hasil pemisahan fraksi-fraksi yang didapat setelah fraksinasi menggunakan KCV. Berdasarkan hasil monitoring, fraksi yang memiliki nilai *R_f* (*Retention factor*) yang sama digabungkan menjadi satu fraksi dan dipekatkan sehingga

diperoleh beberapa fraksi gabungan yang akan difraksinasi lebih lanjut untuk mendapatkan isolat murni yang memiliki bercak/noda tunggal pada plat KLT.

3.3 Kromatografi Kolom (KK)

Setelah dilakukan KCV dan dihasilkan fraksi-fraksi dengan jumlah lebih sedikit, tahapan fraksinasi selanjutnya adalah menggunakan teknik kromatografi kolom gravitasi (KKG). Teknik ini menggunakan adsorben silika gel Merck (35-70 Mesh) yang dilarutkan dalam pelarut yang akan digunakan dalam proses pengelusan hingga terbentuk bubur (*slurry*). *Slurry* tersebut dimasukkan terlebih dahulu ke dalam kolom serta diatur hingga rapat (tidak berongga) dan rata. Selanjutnya sampel yang telah diimpregnasi pada silika gel dimasukkan ke dalam kolom yang telah berisi adsorben. Pada saat sampel dimasukkan, kolom diusahakan tidak kering/kehabisan pelarut sehingga proses elusi tidak akan terganggu. Apabila kolom kering, maka akan mempengaruhi adsorben yang telah dikemas rapat sehingga proses elusi akan terganggu.

3.4 Kromatografi Lapis Tipis Sentrifugal (Kromatotron)

Pemisahan senyawa dengan teknik kromatotron menggunakan fasa diam berupa silika gel yang dilapisi pada plat kaca kuarsa. Adapun fasa geraknya berupa pelarut yang sesuai dengan pola noda KLT. Plat kromatotron dengan ketebalan silika yang sesuai dengan jumlah sampel disiapkan terlebih dahulu

dengan memanaskan ke dalam oven selama 1 jam dengan suhu 80°C. Lalu plat kromatotron diletakkan di dalam alat kromatotron dan dialiri fasa gerak yang sesuai. Selanjutnya penyiapan sampel, sampel dilarutkan dengan eluen yang bersifat polar seperti aseton yang diteteskan dengan menggunakan pipet tetes secara perlahan ke dalam lubang pengaliran fase gerak. Kemudian ditunggu hingga pelarut menguap. Selanjutnya eluen yang akan digunakan untuk mengelusi dialirkan pada lubang tersebut. Selama jalannya proses elusi, pemisahan komponen dimonitoring dengan menggunakan lampu UV₂₅₄.

4. Analisis Kemurnian

Analisis kemurnian dilakukan dengan metode KLT dan uji titik leleh. Uji kemurnian secara KLT menggunakan beberapa campuran eluen seperti *n*-heksana, etil asetat, diklorometana, aseton, dan metanol. Kemurnian suatu senyawa ditunjukkan dengan timbulnya satu noda dengan berbagai campuran eluen yang digunakan. Pengamatan bercak/noda dilakukan di bawah lampu UV pada panjang gelombang 254 nm dan 366 nm. Untuk menampakkan bercak/noda dari komponen senyawa tersebut, plat disemprot menggunakan larutan serium sulfat. Isolat dapat dikatakan murni secara KLT dan hanya mengandung satu jenis senyawa apabila menunjukkan noda tunggal (Stahl, 1985).

Untuk uji titik leleh, alat pengukur titik leleh dibersihkan terlebih dahulu dari pengotor, adanya pengotor akan menaikkan atau menurunkan temperatur titik leleh kristal. Kristal yang berukuran besar terlebih dahulu digerus hingga

terbentuk serbuk. Kemudian kristal yang akan ditentukan titik lelehnya diletakkan pada lempeng kaca, diambil sedikit dengan menggunakan pipa kapiler, alat dihidupkan, dan titik leleh diamati dengan bantuan kaca pembesar. Suhu pada saat kristal pertama kali mulai meleleh sampai semua zat meleleh, itulah titik leleh dari senyawa tersebut. Pengukuran titik leleh sebaiknya dilakukan beberapa kali hingga diperoleh titik leleh yang konstan pada setiap pengukuran.

5. Identifikasi Secara Spektroskopi

Karakterisasi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui struktur isolat murni yang didapat. Analisis dilakukan dengan menggunakan beberapa alat spektrofotometer seperti spektrofotometri UV-Vis, spektrofotometri inframerah (IR), dan spektrometri ^1H - dan ^{13}C -NMR. Hasil analisis kemudian dibandingkan dengan literatur yang ada sehingga dapat diketahui struktur dari kristal murni yang didapat.

5.1 Spektrofotometri UV-Vis

Sampel berupa kristal murni sebanyak 0,001 g dilarutkan dalam 10 mL metanol. Larutan ini digunakan sebagai persediaan untuk berapa kali pengukuran. Selanjutnya larutan persediaan dibagi menjadi berapa bagian. Salah satu bagian diukur serapan maksimumnya dalam metanol. Kemudian bagian yang lain ditambah dengan pereaksi-pereaksi geser (*Shift reagents*) seperti natrium hidroksida (NaOH) 2M (0,8 g NaOH dilarutkan dalam 10 mL akuades), aluminium klorida (AlCl_3) 5% (0,25 g AlCl_3 dilarutkan dalam 5

mL metanol), asam klorida (HCL) 50% (5 mL HCl dalam 10 mL akuades), padatan natrium asetat (NaOAc), dan padatan asam borat (H_3BO_3).

Kemudian masing-masing larutan diukur serapan maksimumnya.

Penambahan pereaksi geser ini ditujukan untuk menentukan kedudukan gugus hidroksi fenol pada senyawa flavonoid dengan cara mengamati pergeseran puncak yang terjadi (Markham, 1998).

Penambahan pereaksi geser NaOH dimaksudkan untuk mendeteksi ada atau tidaknya gugus hidroksil bebas pada posisi C4' yang ditandai dengan adanya pergeseran batokromik pada pita I. Penambahan pereaksi geser $AlCl_3/HCl$ dimaksudkan untuk mengetahui adanya gugus hidroksil pada posisi C5 yang membentuk kompleks tahan asam dengan keton yang bertetangga serta mengetahui adanya gugus *o*-dihidroksil yang membentuk kompleks tak tahan asam. Keberadaan gugus-gugus ini ditandai dengan terjadinya pergeseran batokromik pada pita I. Penambahan pereaksi geser NaOAc dimaksudkan untuk mendeteksi adanya gugus 7-hidroksil bebas (atau yang setara) pada suatu flavonoid yang ditandai dengan adanya pergeseran batokromik sebanyak 5 sampai 20 nm pada pita II. Sedangkan penambahan pereaksi geser H_3BO_3 dimaksudkan untuk mengetahui adanya gugus *o*-dihidroksi pada cincin B yang ditandai dengan adanya pergeseran batokromik pada pita I sebanyak 12 sampai 36 nm (Markham, 1998).

5.2 Spektrofotometri Inframerah

Sampel kristal hasil isolasi yang telah murni kemudian dianalisis menggunakan spektrofotometer inframerah. Kristal murni dibebaskan dari air kemudian digerus bersama-sama dengan halida anorganik, KBr. Gerusan kristal murni dengan KBr dibentuk menjadi lempeng tipis atau pelet dengan bantuan alat penekan berkekuatan 8-10 ton cm^2 , kemudian pelet tersebut diukur puncak serapannya (Pavia *et al.*, 2001).

5.3 Spektrometri NMR

Sampel berupa kristal murni dilarutkan ke dalam pelarut CDCl_3 atau C_6D_6 . Pemilihan pelarut ini sebagaimana yang dinyatakan oleh Supratman (2010), bahwa pelarut yang sering digunakan untuk analisis NMR yaitu pelarut-pelarut berdeuterium yang tidak mengandung proton seperti ditambahkan *inert* yang tidak mengandung proton seperti CDCl_3 atau C_6D_6 . Kemudian sampel ditempatkan dalam medan magnet, sehingga akan terjadi interaksi antara medan magnet luar dan magnet inti yang menyebabkan timbulnya energi. Energi tersebut akan terkuantisasi berupa spektrum oleh inti karena inti merupakan materi mikroskopik. Hasil pengukuran dengan spektrometri NMR berupa spektrum ^1H -NMR, ^{13}C -NMR, HSQS, dan HMBC. Spektrum ^1H -NMR memberikan informasi tentang jumlah atom hidrogen yang terkandung dalam senyawa, sedangkan spektrum ^{13}C -NMR memberikan informasi jumlah atom karbon pada suatu senyawa beserta sifat lingkungannya. HSQC menjelaskan hubungan atau korelasi sistem ^1H yang

terikat secara langsung (satu ikatan) dengan inti lain seperti ^{15}N atau ^{13}C (Gauglitz and Vo-Dinh, 2003). Sedangkan HMBC memberikan informasi tentang korelasi jarak jauh dari proton dengan karbon dengan jarak 2 sampai 3 ikatan dari proton tersebut (Silverstein *et al.*, 2005).

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan pembahasan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini telah berhasil diisolasi dan diidentifikasi senyawa flavonoid golongan flavon yang memiliki gugus hidroksil pada posisi C-4' berupa kristal jarum berwarna kuning sebanyak 3,2 mg dari fraksi semi polar kayu cabang tumbuhan sukun (*A. altilis* (Park. ex F.A. Zorn) Fosberg).
2. Telah berhasil diisolasi dan diidentifikasi juga senyawa flavonoid yaitu artokarpin berupa serbuk berwarna kuning sebanyak 184,5 mg dari fraksi semi polar kayu cabang tumbuhan sukun (*A. altilis* (Park. ex F.A. Zorn) Fosberg).
3. Berdasarkan uji titik leleh, senyawa artokarpin hasil isolasi memiliki titik leleh sebesar 106,5°-108,5° C.

B. Saran

Dari penelitian yang telah dilakukan, terdapat saran untuk penelitian selanjutnya yaitu :

1. Penelitian lebih lanjut terhadap fraksi lain sampel cabang tumbuhan sukun (*A. altilis* (Park. ex F.A. Zorn) Fosberg) sehingga dapat diperoleh informasi lebih luas mengenai kandungan senyawa flavonoid di dalamnya.
2. Partisi menggunakan pelarut nonpolar terhadap ekstrak kasar sampel sehingga senyawa-senyawa nonpolar terpisah secara optimal.
3. Menggunakan metode maserasi dengan 3 jenis pelarut yang memiliki kepolaran yang berbeda sehingga mempermudah isolasi senyawa target yang diinginkan.
4. Melakukan pemurnian dengan menggunakan instrumen yang lebih memudahkan pengotor untuk terpisah dari isolat, misalnya HPLC.
5. Melakukan uji aktivitas biologis seperti uji antibakteri, antijamur, antioksidan, maupun antimalaria untuk senyawa hasil isolasi yang telah murni.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, S.A. 1986. *Kimia Organik Bahan Alam, Materi 4: Ilmu Kimia Flavonoid*. Karunia Universitas Terbuka. Jakarta.
- Achmad, S.A., Hakim, E.H., Juliawati, L.D., Makmur, L., Suyatno, Aimi, N., dan Ghisalberti, E.L. 1996. New Prenylated Flavone from *Artocarpus champeden*. *J. Nat. Prod.* **59**: 878-879.
- Adinugraha, H.A., Kartikawati, N.K., Setiadi, D., dan Prasetyono. 2014. *Pengembangan Teknik Budidaya Sukun (Artocarpus altilis) untuk Ketahanan Pangan*. IPB Press. Bogor.
- Allen, D.W., Cooksey, C., dan Tsai, B.K. 2009. *Spectrophotometry*. National Institute of Standards and Technology. USA.
- Altman, L.J. dan Zito, S.W. 1976. Sterols and Triterpenes from the Fruit of *Artocarpus altilis*. *Phytochemistry*. **15**. 829-830.
- Appiah, F., Oduro, I., dan Ellis, W.O. 2011. Proximate and Mineral Composition of *Artocarpus altilis* Pulp Flour as Affected by Fermentation. *Pak. J. Nutr.* **10**. 653-657.
- Arriffin, N.A., Jamil, S., Basar, N., Khamis, S., Abdullah, S.A., dan Lathiff, S.M.A. 2017. Phytochemical Studies and Antioxidant Activities of *Artocarpus scortechinii* King. *Rec. Nat. Prod.* **10**(3). 299-303.
- Arung E.T., Wicaksono, B.D., Handoko, Y.A., Kusuma, I.W., Yulia, D., dan Sandra, F. 2009. Anti-Cancer Properties of Diethylether Extract of Wood from Sukun (*Artocarpus altilis*) in Human Breast Cancer (T47D) Cells. *Trop J Pharm.* **8**(4). 317-324.
- Ashari, S. 1995. *Hortikultura Aspek Budidaya*. UI-Press. Jakarta.
- Barik, B.A., Dhar, K.L., Puri, S.C., Saxena, A.K., Shanmugavel, M., dan Qazi, G.N. 2005. Synthesis and Biological Evaluation of Chalcone and Their Derived Pyrazoles as Potential Cytotoxic Agents. *Bioorg. Med. Chem. Lett.* **15**: 3177-3180.

- Berg, C.C. 1998. *Flora Neotropica Monograph 83: Moreae, Artocarpace, and Dorstenia (Moraceae)*. The New York Botanical Garden. New York.
- Boonlaksiri, C., Oonanant, W., Kongsaree, P., Kittakoop, P., Tanticharorn, M., dan Thebtaranonth, Y. 2000. An Antimalarial Stilbene from *Artocarpus integer*. *Phytochemistry*. **54**. 415-417.
- Boonphong, S., Baramee, A., Kittakoop, P., dan Puangsombat, P. 2007. Antitubercular and Antiplasmodial Prenylated Flavones from The Roots of *Artocarpus altilis*. *Chiang Mei J. Sci.* **34**. 339-344.
- Canter, P., Thomas, H., dan Ernst, E. 2005. Bringing Medicinal Plants into Cultivation: Opportunities and Challenge for Biotechnology. *Trends Biotechnol.*, Hlm. 180-185.
- Carvalho, O.V., Botelho, C.V., dan Ferreira, C.G. 2013. In vitro Inhibition of Canine Distemper Virus by Flavonoids and Phenolic Acid: Implications of Structural Differences for Antiviral Design. *Res Vet Sci.* **95**(2). 717-724.
- Dayal, R. dan Seshadri, T.R. 1974. Colorless Components of the Roots of *Artocarpus heterophyllus*, Isolation of a New Compound: Artoflavone. *Ind. J. Chem.* **12**. 895-896.
- Delaisse, JM., Eackhout, Y., and Vaes, G. 1980. Inhibition of Bone Resorption in Culture by Inhibitors of Thiol Proteinases. *Biochem. J.* **192**. 365-368.
- Dewick, P.M. 2011. *Medicinal Natural Products: A Biosynthetic Approach 2nd edition*. John Wiley. Chichester
- Djamilah, A. 2010. Isolasi dan Penentuan Struktur Molekul Serta Uji Bioaktivitas Senyawa dan Ekstrak Etil Asetat Daun Sukun (*Artocarpus altilis*). (Tesis). Universitas Indonesia. Jakarta.
- Ersam, T. 2001. Senyawa Kimia Makromolekul Beberapa Tumbuhan *Artocarpus* Hutan Tropika Sumatera Barat. (Disertasi). ITB. Bandung.
- Ferrer, J.L., Austin, M.B., Stewart, C., dan Noe, J.P. 2008. Structure and Function of Enzymes Involved in The Biosynthesis of Phenylpropanoids. *Biochem, J.* **46**. 356-370.
- Fessenden, R.J dan Fessenden, J.S. 1986. *Kimia Organik*. Alih Bahasa Hadyana Pujaatmaka. Erlangga. Jakarta.

- Gauglitz, G. dan Vo-Dinh, T. 2003. *Handbook of Spectroscopy*. Wiley-VCH. Weinheim.
- Gritter, R.J., Bobbit, J.M., dan Schwarting, A.E. 1991. *Pengantar Kromatografi*. Alih Bahasa Kosasih Padmawinata. Penerbit ITB. Bandung. Hlm. 266.
- Hadiprabowo, T. 2009. Optimasi Sintesis Analog Kurkumin 1,3-Bis-(4-Hidroksi-3-Metoksi Benzilidin) Urea pada Rentang pH 3-4. (*Skripsi*). Universitas Muhammadiyah Surakarta. Surakarta. 10-11.
- Hakim, Aliefman. 2010. Diversity of Secondary Metabolites from Genus *Artocarpus* (Moraceae). *Nus. Biosci.* **2**. 146-156.
- Hakim, E.H., Valentina, A., Makmur, L., Achmad, S.A., Aimi, N., Kitajima, M., Mujahidin, D., Syah, Y.M., dan Takayama, H. 2001. Suatu Senyawa Stilben Terprenilasi dari Kayu Akar Tumbuhan *Artocarpus altilis*. *Proc. ITB.* **33** (3). 75-80.
- Hakim, E.H., Achmad, S.A., Juliawaty, L.D., Makmur, L., Syah, Y.M., Aimi, N., Kitajima, M., Ghisalberti, E.L. 2006. Prenylated Flavonoids and Related Compounds of The Indonesian *Artocarpus* (Moraceae). *J. Nat. Med.* **60**. 161–184.
- Hanani, E. 2010. Herbal Indonesia Berkhasiat. *Trubus Info Kit*. Vol. **8**.
- Harborne, J.B. 1996. *Metode Fitokimia Terbitan Ke-11*. Alih Bahasa Kosasih Padmawinata. ITB Press. Bandung.
- Harvey, D. 2000. *Modern Analytical Chemistry*. Mc-Graw Hill. New York.
- Hendalastuti, H.R. dan Rojidin, A. 2006. Karakteristik Budidaya dan Pengolahan Buah Sukun: Studi Kasus di Solok dan Kampar. (Prosiding). Seminar Hasil Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Riau.
- Herbert, R.B. 1996. *Biosintesis Metabolit Sekunder*. Alih Bahasa Bambang Srigandono. IKIP Semarang Press. Semarang. Hlm 103-123.
- Heyne, K. 1987. *Useful Plants of Indonesia II*. Penerbit Badan Litbang Kehutanan. Jakarta.
- Hostettman, K., Hostettman, M., dan Maston, A. 1986. *Preparative Chromatography Techniques*. Alih Bahasa Kosasih Padmawinata. ITB Press. Bandung.

- Hostettman, K., Hostettman, M., dan Maston, A. 1995. *Cara Kromatografi Preparatif Penggunaan pada Senyawa Bahan Alam*. Alih Bahasa Kosasih Padmawinata. ITB Press. Bandung. Hlm. 1-38.
- Hsu, C.P.S. 1994. *Infrared Spectroscopy : Handbook of Instrumental Techniques for Analytical Chemistry*. Prentice Hall, Inc. New Jersey. Hlm. 247-283.
- Ibrahim, S. dan Sitorus, M. 2013. *Teknik Laboratorium Kimia Organik*. Graha Ilmu. Yogyakarta. Hlm. 20-23.
- Jayasinghe, L., Balasooriya, B.A.I.S., Padmini, W.C., Hara, N., dan Fujimoto, Y. 2004. Geranyl Chalcone Derivatives with Antifungal and Radical Scavenging Properties from The Leaves of *Artocarpus nobilis*. *Phytochemistry*. **65**. 1287–1290.
- Johnson, L.E. dan Stevenson, R. 1991. *Dasar Kromatografi Cair*. Alih Bahasa Kosasih Padmawinata. ITB Press. Bandung. Hlm. 365.
- Jones, A.M.P., Ragone, D., Tavana, N.G., Bernotas, D.W., dan Murch, S.J. 2011. Beyond the Bounty: Breadfruit (*Artocarpus altilis*) for Food Security and Novel Foods in the 21st Century. *Ethnobot. Res. Appl.* **9**. 129-149.
- Judd, W., Campbell, Christopher, Kellogg, A., Elizabeth, P.F., Stevev, dan Donoghue, M.J. 2008. *Plant Systematics: A Phylogenetic Approach*. Sinauer Associated, Inc. Sunderland.
- Kasahara S. dan Hemmy, S. 1988. *Medicinal Herb Index in Indonesia*. PT Eisai Indonesia. Bogor. Hlm. 1-2.
- Khan, M.R., Omoloso, A.D., dan Kihara, M. 2003. Antibacterial Activity of *Artocarpus heterophyllus*. *Fitoterapia*. **74**. 501–505.
- Kim, Y.S., Ryu, Y.B., dan Curtis-Long, M.J. 2011. Flavanones and Rotenoids from The Roots of *Amorpha fruticose L.* that Inhibit Bacterial Neuraminidase. *Food Chem Toxicol.* **49**(8). 1849-1856.
- Ko, H.H., H Lu, Y., Yang, S.Z., Won, S.J., dan Lin, C.N. 2005. Cytotoxic Prenylflavonoids from *Artocarpus elasticus*. *J. Nat. Pro.* **68**. 1692–1695.
- Kulkarni, N., Mandhanya, M., dan Jain, D.K. 2011. Centrifugal Thin Layer Chromatography. *AJPLS*. **1**(3). 294-300.

- Lan, W.C., Tzeng, C.W., Lin, C.C., Yen, F.L., dan Ko, H.H. 2013. Prenylated Flavonoids from *Artocarpus altilis*: Antioxidant Activities and Inhibitory Effects on Melanin Production. *Phytochemistry*. **89**. 78–88.
- Lans, C.A. 2006. Ethnomedicines Used in Trinidad and Tobago for Urinary Problems and Diabetes Mellitus. *J. Ethnobiol Ethnomed*. **2**. 45-56.
- Lenny, S. 2006. Senyawa Flavonoid, Fenilpropanoid, dan Alkaloid. (Karya Ilmiah). Departemen Kimia FMIPA Universitas Sumatera Utara. Medan. Hlm. 7.
- Luz, R.F., Viera, I.J.V., Filho, R.M., dan Moreira, V.F. 2015. ¹³C-NMR Data from Coumarins from Moraceae Family. *Anal. Chem*. **6**. 851-866.
- Mabry, T. J., Kagan, J., dan Rösler, H. 1964. *Nuclear Magnetic Resonance: Analysis of Flavonoids*. The University of Texas Publication. Texas.
- Markham, K.R. 1988. *Cara Mengidentifikasi Flavonoid*. Alih Bahasa Kosasih Padmawinata. Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Middleton, E., Kandaswami, C., dan Theoharides, C.T. 2000. The Effect of Plants Flavonoids on Mammalian Cells: Implications for Inflammation, Heart Disease, and Cancer. *Pharmacol. Rev*. **52**(4). 673-751.
- Mukhriani. 2014. Ekstraksi, Pemisahan Senyawa, dan Identifikasi Senyawa Aktif. *Jurnal Kesehatan*. **7**(2). 361-367.
- Mulja, M. dan Suharman. 1995. *Analisis Instrumental*. Airlangga University Press. Surabaya.
- Mustapha, I., Hakim, E.H., Syah, Y.M., dan Juliawaty, L.D. 2016. Cytotoxic Activities of Prenylated Flavonoids from *Artocarpus heterophyllus*. *J. Eng. Appl. Sci*. **11**(16). 1-5.
- Nguyen, T.T., Moon, Y.H., dan Ryu, Y.B. 2013. The Influence of Flavonoid Compounds on The In Vitro Inhibition Study of a Human Fibroblast Collagenase Catalytic Domain Expressed in *E. coli*. *Enzyme Microb. Technol*. **52**(1). 26-31.
- Patil, A.D., Freyer, A.J., Killmer, L., Offen, P., Taylor, P.B., Votta, B.J., dan Johnson, R.K. 2002. A New Dimeric Dihydrochalcone and a New Prenylated Flavone from The Bud Covers of *Artocarpus altilis*: Potent Inhibitors of Cathepsin K. *J. Nat. Prod*. **65**. 624-627.

- Pavia, D.L., Lampman, G.M., dan Kriz, G.S. 2001. *Introduction to Spectroscopy Third Edition*. Brooks Cole/Thompson. USA.
- Pitojo, S. 1992. *Budidaya Sukun*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Pramono, E. 2002. *The Commercial Use of Traditional Knowledge and Medicinal Plants in Indonesia*. Paper Submitted for Multi-Stakeholder Dialogue on Trade, Intellectual Property and Biological Resources in Asia, BRAC Centre for Development Management, Rajendrapur, Bangladesh, April 19 – 21, 2002. <http://www.ictsd.org/dlogue/2002-04-19/Pramono.pdf>.
- Ragone, D. 1997. *Breadfruit: Artocarpus altilis (Parkinson) Fosberg Promoting the Concervation and Used of Underutilize and Neglected Corps*. International Plant Genetic Resources Institute. Rome.
- Ragone, D. 2006. *Artocarpus altilis* (Breadnut). Specific Profiles for Pacific Island Agroforestry. Traditional Tree Org. **2**(1). 1-13.
- Rajendran, R. 1992. *Artocarpus altilis* (Park.) Fosberg in PROSEA: Plant Resources of South-East Asia 2. *J. Edible Fruit. Nut.* **2**. 83-86.
- Rakers, C., Schwerdtfeger, S.M., dan Mortier, J. 2014. Inhibitory Potency of Flavonoid Derivatives on Inflienza Virus Neuramidase. *Bioorg Med Chem Lett.* **24**(17). 4312-4317.
- Reinmaier, E. 2002. *Structure Elucidation by NMR in Organic Chemistry. A Practical Guide. Third Revised Edition*. John Wiley and Sons Ltd. England.
- Robinson, T. 1991. *Kandungan Senyawa Organik Tumbuhan Tinggi*. Alih Bahasa Kosasih Padmawinata. ITB Press. Bandung.
- Robinson, T. 1995. *Kandungan Senyawa Organik Tumbuhan Tinggi Edisi Keempat*. Alih Bahasa Kosasih Padmawinata. ITB Press. Bandung.
- Rosa, L.A.D., Aluarez-Parrilla, E., dan Gonzalez-Aguilar, G.A. 2010 *Fruit and Vegetables Phytochemical: Chemistry, Nutritional Value, and Stability*. Willey-Blackwell. Iowa. Hlm. 53.
- Saifudin, A. 2014. *Senyawa Alam Metabolit Sekunder : Teori, Konsep, dan Teknik Pemurnian*. Penerbit Deepublish. Yogyakarta. Hlm. 71-71.
- Santoso, P. dan Suhartati, T. 2011. Isolasi dan Karakterisasi Senyawa Flavonoid dari Kulit Akar Tumbuhan Sukun (*Artocarpus altilis*). *Journal of Science and Applicative Technology.* **(2)**1. 54-61.

- Sarker, S.D., Latif, Z., dan Gray, A.I. 2006. *Method in Biotechnology: Natural Product Isolation Twenty Edition*. Humana Press. New Jersey.
- Sastrohamidjojo, H. 1991. *Kromatografi Edisi II*. Penerbit Liberty. Yogyakarta. Hlm. 23-36.
- Sastrohamidjojo, H. 2007. *Spektroskopi Edisi Ketiga*. Penerbit Liberty. Yogyakarta. Hlm. 45-82.
- Satiadarma, K., Mulja, M., Tjahjono, D.H., dan Kartasmita, R.E. 2004. *Asas Pengembangan Prosedur Analisis*. Airlangga University Press. Surabaya. Hlm. 87-91.
- Shibata, C., Ohno, M., dan Otsuka, M. 2014. The Flavonoid Apigenin Inhibits Hepatitis C Virus Replication by Decreasing Mature MicroRNA122 Levels. *J. Virology*. **42**. 462-463.
- Shimizu, K., Kondo, R., Sakai, K., Buabarn, S., dan Dilokkunanant, U. 2000. 5 α -Reductase Inhibitory Component from Leaves of *Artocarpus altilis*. *J. Wood. Sci.* **46**. 385-389.
- Silverstein, R.M., Webster, F.X., dan Kiemle, D.J. 2005. *Spectrometric Identification of Organic Compounds Seventh Edition*. John Wiley and Sons, Ltd. USA.
- Skoog, D.A., Holler, F.J., dan Nieman, T.A. 1998. *Principles of Instrumental Analysis Fifth Edition*. Hourcourt Brace. Orlando.
- Stahl, E. 1985. *Analisis Obat Alam secara Kromatografi dan Mikroskopi*. ITB. Bandung.
- Stahl, E. dan Muller, J. 1982. Parameters of Preparative Centrifugal Thin Layer Chromatography. *Chromatographia*. **15**(8). 493-497.
- Stuart, B. 2004. *Infrared Spectroscopy: Fundamentals and Applications*. John Wiley and Sons. Chichester.
- Sudarmadji, S., Haryono, B., dan Suhardi. 2007. *Analisa Bahan Makanan dan Pertanian*. Penerbit Liberty. Yogyakarta.
- Sudjadi. 1983. *Penentuan Struktur Senyawa Organik*. Ghalia Indonesia. Jakarta. Hlm. 283.

- Suhartati, Tati dan Yandri A.S. 2007. Sikloartobilosanton dari Kulit Batang dan Flavonoid dalam Beberapa Bagian Tumbuhan *Artocarpus dadah* yang Tumbuh di Lampung. *J. Sains MIPA*. **13**(2). 82-86.
- Sumarno. 2001. *Kromatografi Teori Dasar*. Departemen Kimia Farmasi Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Syah Y.M, Ahmad, S.A., Hakim, E.H., dan Ghisalberty, E.L. 2006. Cytotoxic Prenylflavonoid Flavones from *Artocarpus champedan*. *J. Nat. Med.* **60**. 308-312.
- Tang, Y.P., Linda, B.L.L., dan Franz, L.W. 2013. Proximate Analysis of *Artocarpus odoratissimus* (Tarap) in Brunei Darussalam. *Int. Food Res. J.* **20**(1). 409-415.
- Targett. 1979. Vacuum Liquid Chromatography: An Alternative to Common Chromatographic Methods. *J. Org. Chem.* **44**. 1462.
- Tjitrosoepomo, G, 1994. *Taksonomi Tumbuhan Obat-obatan*. UGM Press. Yogyakarta.
- Tukiran. 1997. Tiga Senyawa Flavon Terisoprenilasi dari Kulit Batang *Artocarpus teismanny Miq.* (Moraceae). (Tesis). Institut Teknologi Bandung. Bandung. Hlm. 75.
- Varsha, A. dan Desai, S. 2015. Centrifugally Accelerated Thin Layer Chromatography for Isolation of Marker Compounds and Bioactives. *J. Pharmacogn. Phytochem.* **3**(6). 145-149.
- Wang, Y., Xu, K., Lin, L., Pan, Y., dan Zheng, X. 2007. Geranyl flavonoids from the Leaves of *Artocarpus altilis*. *Phytochemistry*. **68**. 1300-1306.
- Wang, Y., Li, Qing, dan Bi, Kai-shun. 2017. Bioactive Flavonoids in Medicinal Plants: Structure, Activity, and Biological Fate. *AJPS*. **13**. 12-23.
- Weng, J.R., Chan, S.C., Lu, Y.H., Lin, H.C., Ko, H.H., dan Lin, C.N. 2006. Antiplatelet Prenylflavonoids from *Artocarpus communis*. *Phytochemistry*. **67**. 824-829.
- Widowati, S. 2009. Prospek Sukun (*Artocarpus communis*) Sebagai Pangan Sumber Karbohidrat dalam Mendukung Diversifikasi Konsumsi Pangan. *Jurnal Pangan*. **18**. 67-75.

- Widyawaruyanti, A., Subehan, Kalauni, S.K., Awale, S., Nindatu, M., Zaini, N.C., Syafruddin, D., Asih, P.B.S, Tezuka, Y., dan Kadota, S. 2007. New Prenylated Flavones from *Artocarpus Champenden*, and Their Antimalarial Activity In Vitro. *J. Nat. Med.* **6**. 410-413.
- Yu, Oliver dan Jez, J.M. 2008. Nature's Assembly Line: Biosynthesis of Simple Phenylpropanoids and Polyketides. *Plant J.* **54**(4). 750-762.
- Zakaria, Soekamto, N.H., Syah, Y.M., dan Firdaus. 2017. Isoflavone from *Artocarpus integer* (Thunb.) Merr. and The Bioactivity of Antioxidants. *J. Pharm., Biol. Chem. Sci.* **8**(4). 907-912.