

LAPORAN AKHIR PENELITIAN



PENENTUAN KADAR FENOLAT TOTAL DAN UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DARI KULIT BUAH ASAM GELUGUR (*Garcinia atroviridis* Griff. Et Anders.), MANGGIS (*Garcinia mangostana* L.), DAN ASAM KANDIS (*Garcinia cowa* Roxb.)

TIM PENELITI

- 1. Dr. Regina Andayani, M.Si, Apt (Ketua)**
- 2. Fithriani Armin, S.Si, M.Si, Apt (Anggota)**
- 3. M Ikbar Busram (No.BP: 1511014023)**

Dibiayai oleh Dana DIPA Fakultas Farmasi Universitas Andalas, sesuai dengan Surat
Perjanjian Pelaksanaan Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat

Nomor : 01/UN16.10.D/PJ.01./2020

**FAKULTAS FARMASI
UNIVERSITAS ANDALAS**

2020

HALAMAN PENGESAHAN
PENELITIAN

Judul Kegiatan : PENENTUAN KADAR FENOLAT TOTAL DAN UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DARI KULIT BUAH ASAM GELUGUR (*Garcinia atroviridis* Griff. Et Anders.), MANGGIS (*Garcinia mangostana* L.), DAN ASAM KANDIS (*Garcinia cowa* Roxb.)

Kode>Nama Rumpun Ilmu : 404 / Analisis Farmasi dan Kimia Medisinal

Ketua Peneliti

A. Nama Lengkap : Dr. Regina Andayani, M.Si.Apt
B. NIP : 19740117 199802 2001

C. Jabatan Fungsional : Lektor
D. Program Studi : Farmasi
E. Nomor HP : 085355175510
F. Surel (e-mail) : uniregina74@gmail.com

Anggota Peneliti

1. Fithriani Armin, S.Si, M.Si, Apt
2. M. Ikbar Busram (mahasiswa)

Lama Penelitian Keseluruhan : 8 bulan
Biaya Penelitian Keseluruhan : Rp 35.000.000,-

Sumber dana : Fakultas Farmasi

Mengetahui

Padang, 25-02-2019,

Ketua Program Studi S1



Lili Fitriani, M.Pharm.Sc., Apt.

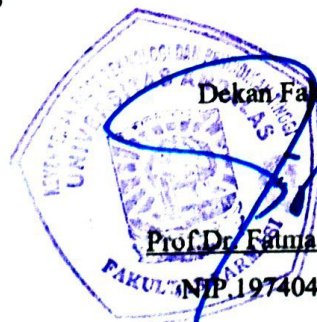
NIP. 198507172009122003

Ketua Peneliti,



Dr. Regina Andayani, M.Si.Apt.

NIP.197401171998022001



Dekan Fakultas Farmasi

Prof. Dr. Fatma Sri Wahyuni, Apt

NIP.197404132006042001

RINGKASAN

Senyawa antioksidan digolongkan menjadi dua kelompok, yaitu antioksidan alami dan antioksidan sintetis. Antioksidan alami dapat diperoleh dari buah dan sayuran (Pietta, 2000). Salah satu senyawa yang terkandung dalam tumbuhan yang memiliki aktivitas antioksidan yaitu fenolat. Fenolat merupakan senyawa yang memiliki satu atau lebih gugus hidroksil yang menempel pada cincin aromatiknya (Dey & Harbone, 1989). Senyawa fenolat terbukti sebagai pelindung dalam melawan efek bahaya radikal bebas dan diketahui mampu menurunkan resiko kanker, penyakit jantung koroner, stroke, inflamasi, dan penyakit neurodegeneratif lain yang dihubungkan dengan stres oksidatif (Shahidi & Naczki, 1995).

Salah satu tumbuhan yang memiliki aktivitas antioksidan yang kaya akan senyawa fenolat yaitu genus *Garcinia*. Tumbuhan genus ini sudah banyak digunakan secara tradisional oleh masyarakat, seperti asam gelugur, manggis, dan asam kandis yang digunakan secara luas sebagai penyedap masakan, rempah-rempah, dan juga sebagai bahan obat herbal sejak dahulu kala (Wahyuni *et al.*, 2012).

Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian terhadap tiga spesies *Garcinia* sp yaitu asam gelugur (*Garcinia atroviridis* Griff. Et Anders.), manggis (*Garcinia mangostana* L.), dan asam kandis (*Garcinia cowa* Roxb.) tentang kadar fenolat total dengan metode Folin Ciocalteu dan uji aktivitas antoksidan dengan menggunakan metoda FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*). Hasil penelitian ini akan diperoleh perbandingan kadar fenolat total dan aktivitas antioksidan ketiga spesies dan dapat menjadi sumber antioksidan alami.

PRAKATA

Bismillahirrahmanirrahim,

Puji syukur ke hadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penusunan laporan hasil penelitian dengan judul ” PENENTUAN KADAR FENOLAT TOTAL DAN UJI AKTIVITAS ANTIOKSIDAN DARI KULIT BUAH ASAM GELUGUR (*Garcinia atroviridis* Griff. Et Anders.), MANGGIS (*Garcinia mangostana* L.), DAN ASAM KANDIS (*Garcinia cowa* Roxb.)” yang dibiayai dengan dana DIPA Fakultas Farmasi Tahun Anggaran 2019.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih yang tak terhingga atas kesempatan yang diberikan dan semua bantuan baik moril maupun materil kepada :

1. Ibu Prof.Dr.Fatma Sri Wahyuni, Apt sebagai Dekan Fakultas Farmasi Universitas Andalas.
2. Rekan-rekan analis dari laboratorium penelitian.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa hasil penelitian ini masih jauh dari sempurna, namun besar harapan akan adanya saran ataupun kritikan untuk penyempurnaan penelitian ini. Akhirnya penulis berdoa dan berharap semoga hasil penelitian ini bermanfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan di bidang farmasi.

Padang, Februari 2020

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	iii
DAFTAR ISI	iv
I. PENDAHULUAN	1
I.1 Latar Belakang	1
I.2 Rumusan Masalah	2
I.3 Tujuan Penelitian	3
I.3.1 Tujuan Umum	3
I.3.2 Khusus	3
I.4 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Asam Gelugur (<i>Garcinia atroviridis</i> Griff. Et Anders.).....	4
2.1.1 Tinjauan Umum dan Klasifikasi.....	4
2.1.2 Morfologi.....	5
2.1.3 Kandungan Kimia dan Khasiat.....	5
2.2 Manggis (<i>Garcinia mangostana</i> L.).....	6
2.2.1 Tinjauan Umum dan Klasifikasi.....	6
2.2.2 Morfologi.....	7
2.2.3 Kandungan Kimia dan Khasiat.....	8
2.3 Asam Kandis (<i>Garcinia cowa</i> Roxb.).....	8
2.3.1 Tinjauan Umum dan Klasifikasi.....	8
2.3.2 Morfologi.....	9
2.3.3 Kandungan Kimia dan Khasiat.....	9
2.4 Radikal Bebas.....	10
2.5 Antioksidan.....	11
2.6 Senyawa Fenolat.....	11
2.7 Metoda FRAP (<i>Ferric Reducing Antioxidant Power</i>)	12
2.8 Spektrofotometer UV-Vis.....	12

2.9 Ekstraksi.....	14
III. METODE PENELITIAN.....	15
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	15
3.2 Alat dan Bahan.....	15
3.2.1 Alat.....	15
3.2.2 Bahan.....	15
3.3 Prosedur Kerja.....	15
3.3.1 Pengambilan Sampel.....	15
3.3.2 Identifikasi Tanaman.....	16
3.3.3 Penyiapan Sampel.....	16
3.3.4 Evaluasi Simplisia.....	16
3.3.5 Pembuatan Ekstrak.....	16
3.3.6 Evaluasi Ekstrak.....	17
3.3.7 Penentuan Kadar Fenolat Total.....	18
3.3.8 Penentuan Aktivitas Antioksidan.....	19
3.4 Analisis Data.....	21
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	22
4.1 Hasil	22
4.2 Pembahasan	23
V. KESIMPULAN DAN SARAN	30
5.1 Kesimpulan	30
5.2 Saran	30
DAFTAR PUSTAKA	31
LAMPIRAN-LAMPIRAN	35

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Radikal bebas merupakan salah satu bentuk senyawa oksigen reaktif, yang secara umum diketahui sebagai senyawa yang memiliki elektron yang tidak berpasangan. Senyawa ini terbentuk di dalam tubuh dipicu oleh berbagai macam faktor. Dampak reaktivitas senyawa radikal bebas bermacam-macam, mulai dari kerusakan sel atau jaringan, penyakit autoimun, penyakit degeneratif, hingga kanker. Dengan meningkatnya usia seseorang, sel-sel tubuh mengalami degenerasi, proses metabolisme terganggu, dan respon imun juga menurun. Semua faktor ini dapat memicu munculnya berbagai penyakit degeneratif. Oleh sebab itu, tubuh kita memerlukan suatu substansi penting, yakni antioksidan yang dapat membantu melindungi tubuh dari serangan radikal bebas dan meredam dampak negatifnya (Winarsi, 2007).

Antioksidan merupakan senyawa pemberi elektron atau reduktan. Antioksidan dapat menghambat reaksi oksidasi, dengan mengikat radikal bebas dan molekul yang sangat reaktif. Akibatnya kerusakan sel akan dihambat (Winarsi, 2007). Tubuh manusia sebenarnya dapat menghasilkan antioksidan, tapi jumlahnya tidak mencukupi untuk menetralkan radikal bebas yang jumlahnya semakin menumpuk di dalam tubuh. Oleh sebab itu, tubuh memerlukan antioksidan dari luar berupa makanan ataupun suplemen (Rahardjo & Hernani, 2005).

Senyawa antioksidan digolongkan menjadi dua kelompok, yaitu antioksidan alami dan antioksidan sintetis. Antioksidan alami dapat diperoleh dari buah dan sayuran (Pietta, 2000). Salah satu senyawa yang terkandung dalam tumbuhan yang memiliki aktivitas antioksidan yaitu fenolat. Fenolat merupakan senyawa yang memiliki satu atau lebih gugus hidroksil yang menempel pada cincin aromatiknya. Komponen senyawa fenolat ini meliputi fenol sederhana, benzokuinon, asam fenolat, fenil asetat, asam sinamat, xanton, golongan flavonoid, lignin dan biflavonoid (Dey & Harbone, 1989). Telah diketahui sejak lama bahwa senyawa fenolat merupakan antioksidan yang efektif. Senyawa fenolat terbukti sebagai pelindung dalam melawan efek bahaya radikal bebas dan diketahui

mampu menurunkan resiko kanker, penyakit jantung koroner, stroke, inflamasi, dan penyakit neurodegeneratif lain yang dihubungkan dengan stres oksidatif (Shahidi & Naczk, 1995).

Salah satu tumbuhan yang memiliki aktivitas antioksidan yang kaya akan senyawa fenolat yaitu genus *Garcinia*. Tumbuhan genus ini sudah banyak digunakan secara tradisional oleh masyarakat, seperti asam gelugur, manggis, dan asam kandis yang digunakan secara luas sebagai penyedap masakan, rempah-rempah, dan juga sebagai bahan obat herbal sejak dahulu kala (Wahyuni *et al.*, 2012).

Menurut penelitian yang telah dilakukan asam gelugur (*Garcinia atroviridis* Griff. Et Anders) terbukti mengandung senyawa γ -lactone, atroviridin, atroviridone, atrovirinone, vitamin C, pentadekanoat, oktadekanoat, nonadecanoic, asam dodekanoat, beberapa asam organik, dan fenolat (Hengsa, 2014). Pada tumbuhan manggis (*Garcinia mangostana* L.) dilaporkan mengandung senyawa xanton, mangostin, garsinon, flavonoid dan tannin pada kulit buahnya (Heyne, 1987). Sedangkan pada asam kandis (*Garcinia cowa* Roxb.) kaya akan dengan metabolit sekunder, terutama triterpenoid, flavonoid, xanton dan florigusinol (Wahyuni *et al.*, 2015).

Berdasarkan paparan diatas, diketahui bahwa tumbuhan asam gelugur, manggis, dan asam kandis banyak mengandung senyawa-senyawa antioksidan, seperti fenolat. Namun perlu diketahui hubungan kadar fenolat terhadap aktivitas antioksidan dari masing-masing spesies tumbuhan tersebut. Oleh karena itu, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian penentuan kadar fenolat total dan uji aktivitas antoksidan dari asam gelugur (*Garcinia atroviridis* Griff. Et Anders.), manggis (*Garcinia mangostana* L.), dan asam kandis (*Garcinia cowa* Roxb.) dengan menggunakan metoda FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*).

1.2 Rumusan Masalah

1. Apakah kandungan fenolat total pada kulit buah (manggis, asam kandis dan asam gelugur) dapat ditentukan kadarnya dengan tepat menggunakan metode Folin Ciocalteu?
2. Apakah aktivitas antioksidan pada kulit buah (manggis, asam kandis dan asam gelugur) dapat ditentukan dengan metode FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*)?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk menentukan kadar fenolat total pada kulit buah (manggis, asam kandis dan asam gelugur) dengan metode Folin Ciocalteu.
2. Untuk menentukan aktivitas antioksidan pada kulit buah (manggis, asam kandis dan asam gelugur) dengan metode FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*).

1.4 Manfaat Penelitian

1. Untuk peneliti, dapat mengaplikasikan metode Folin Ciocalteu dalam penetapan kadar fenolat total dan metode FRAP untuk penentuan aktivitas antioksidan.
2. Untuk masyarakat, hasil penelitian ini memberikan informasi bahwa kulit buah (manggis, asam kandis dan asam gelugur) dapat dimanfaatkan sebagai sumber antioksidan alami.
3. Untuk pemerintah, hasil penelitian ini dapat menambah khazanah tanaman obat tradisional Indonesia yang kaya akan antioksidan dan dapat dibuat sebagai sediaan farmasi.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Asam Gelugur (*Garcinia atroviridis* Griff. Et Anders.)

2.1.1 Tinjauan Umum dan Klasifikasi

Tumbuhan asam gelugur berasal dari Asia Selatan dan Asia Tenggara. Selain itu, pohon asam gelugur kini banyak dijumpai di Asia Barat hingga ke bagian tengah Afrika. Di Sumatera, pohon ini banyak terdapat pada hutan primer, hutan sekunder, dan kebun-kebun campuran pada daerah-daerah dengan ketinggian 15–475 m di atas permukaan laut. Tumbuhan ini dapat tumbuh pada kondisi yang lembab, tanah yang subur dan gembur dengan tekstur tanah yang paling sesuai adalah lempung berpasir (Rauf, 2009).

Tumbuhan asam gelugur diklasifikasikan sebagai berikut (Backer & Brink, 1965)

:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Magnoliopsida
Sub kelas	: Rosidae
Ordo	: Guttiferales
Famili	: Clusiaceae
Genus	: <i>Garcinia</i>

Spesies : *Garcinia atroviridis* Griff. Et Anders.

Nama lain : Asam gelugur di Malaysia disebut Pohon Indah, Kayu gelugor, Asam keping. Di Inggris disebut Gandarusa, di Thailand disebut Cha muang.

2.1.2 Morfologi

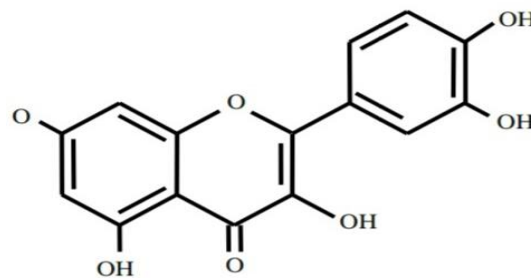
Tumbuhan asam gelugur berkayu keras, dapat tumbuh menjadi besar dan tinggi. Diameter batang mencapai 0,5 meter, dan tingginya bisa mencapai 20 meter. Tumbuhan ini mempunyai perakaran tunggal yang kuat serta daunnya selalu hijau di sepanjang tahun sehingga dapat berfungsi sebagai penahan erosi atau longsor. Pohonnya bercabang-cabang, pada cabang tumbuh anak cabang dan selanjutnya ranting. Kulit kayunya licin, berwarna kelabu pucat, mempunyai getah berwarna bening. Daunnya berbentuk lonjong sempit, berukuran 20-30 cm x 6-8 cm, berwarna hijau tua, daun pucuk ada berwarna merah dan hijau muda, berkilap, tulang tengahnya menonjol ke sebelah bawah lembaran daun, peruratan bergelombang, berwarna agak gelap. Tangkai daun mencapai 2,5 cm.

Buahnya yang sudah masak di pohon bersifat lembek dan lunak. Sedangkan buahnya yang masih muda berwarna hijau kekuningan, berbentuk bulat seperti buah jeruk yang sudah dikupas, berdiameter 7-10 cm, beralur 12-16 (Heyne, 1987).

2.1.3 Kandungan Kimia Dan Khasiat

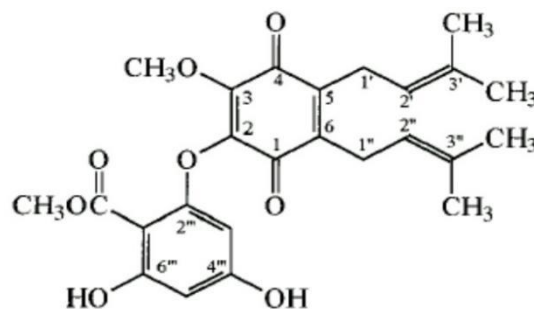
Pada buah asam gelugur (*Garcinia atroviridis*) terkandung asam sitrat, asam malat, dan asam askorbat yang mempunyai suatu aktivitas antioksidan, selain itu juga berpotensi sebagai antihiperurisemia (Dira *et al.*, 2014).

Hasil yang diperoleh dari uji fitokimia daun asam gelugur memiliki senyawa aktif yaitu saponin, terpenoid-steroid dan flavonoid (Herdiantika, 2008). Flavonoid termasuk dalam golongan senyawa fenolik dengan struktur kimia C₆-C₃-C₆ (Gambar 1). Dimana flavonoid menunjukkan berbagai efek farmakologis seperti antioksidan, antiinflamasi, antiplatelet dan antitrombolitik. Flavonoid juga dapat meningkatkan ekskresi kolesterol dan asam empedu melalui jalur fekal (Suhardi, 2013).

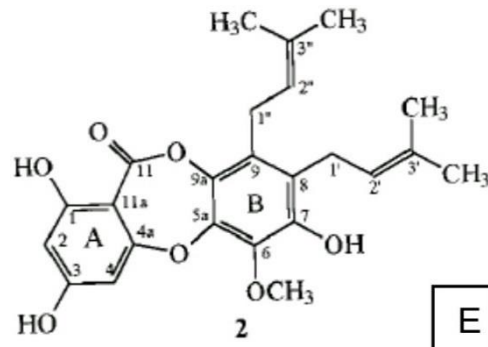


Gambar 1. Kerangka C₆-C₃-C₆ Flavonoid (Redha, 2010)

Beberapa penelitian telah berhasil mengisolasi senyawa benzokuinon atrovorinon dan depsidon atrovirisidon dari akar tanaman asam gelugur yang mempunyai aktivitas sitotoksik terhadap sel Hela dan aktivitas antibakteri terhadap *Bacillus cereus* dan *Staphylococcus aureus* (Hengsa, 2014).



Gambar 2. Rumus struktur benzokuinon atrovirinin (Hengsa, 2014)



Gambar 3. Rumus sturktur depsidon atrovirisidon (Hengsa, 2014)

Pada masyarakat luas, buah asam gelugur biasa digunakan sebagai bumbu masakan, bahan pembuatan maisan halwa, perasa minuman, manisan, bahan dasar obat, bahan dasar kosmetika, peluruh lemak tubuh, pembersih daging yang akan dimasak dan penghilang bau amis ikan segar. Daun asam gelugur sudah dikenal sebagai bahan obat herbal sejak dahulu kala (Syamsudin *et al.*, 2004).

2.2 Manggis (*Garcinia mangostana L.*)

2.2.1 Tinjauan Umum dan Klasifikasi

Manggis (*Garcinia mangostana L.*) merupakan salah satu tanaman buah asli Indonesia. Sebagian besar kepustakaan mengenai tanaman manggis menyatakan bahwa Asia Tenggara, khususnya Kepulauan Sunda Besar sebagai tanah asal tumbuhnya manggis. Pertumbuhan secara alamiah ditemukan juga di semenanjung Malaysia, Myanmar, Thailand, Kamboja, hingga Vietnam. Penyebarannya kemudian meliputi juga Srilanka, Filipina dan India bagian Selatan. Bahkan kini kebun manggis bisa ditemui di Australia bagian Utara, Amerika Tengah hingga ke Florida (Alida, 2013).

Tumbuhan manggis diklasifikasikan sebagai berikut (Magadula & Mbwambo, 2014)

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Sub kelas	: Dilleniidae
Ordo	: Theales
Famili	: Clusiaceae
Genus	: Garcinia

Spesies : *Garcinia mangostana* L.

Nama lain : Manggistan (Belanda), Manggosteen (Inggris), Mangastane (Jerman), Mangostao (Portugis), Mangostan (Perancis), Mangusta (Malaysia).

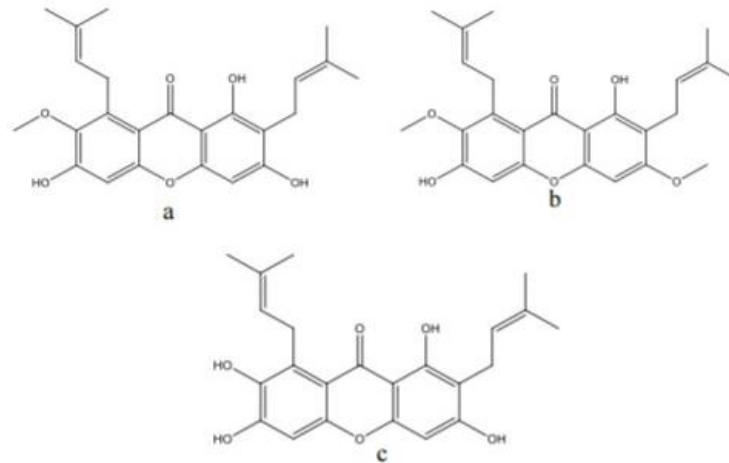
2.2.2. Morfologi

Manggis merupakan tanaman tahunan yang masa hidupnya dapat mencapai puluhan tahun. Pohon manggis dapat mencapai tinggi 6-20 meter. Manggis mempunyai batang tegak, kulit batang coklat, dan memiliki getah kuning. Daun manggis tunggal, berhadapan atau bersilang berhadapan. Manggis mempunyai bunga betina satu sampai tiga helai di ujung batang, susunannya menggarpu, dengan garis tengah 5-6 cm. Manggis mempunyai empat daun mahkota, berbentuk telur terbalik, berdaging tebal, berwarna hijau kekuningan, tepinya berwarna merah atau hampir semua merah. Bakal buah mempunyai empat sampai delapan ruang. Buah manggis berbentuk seperti bola tertekan, garis tengah 3,5 - 7 cm, berwarna ungu tua, dengan kepala putik duduk (tetap), kelopak tetap, dinding buah tebal, berdaging, ungu, dengan getah kuning. Memiliki biji satu sampai tiga buah, diselimuti oleh selaput biji yang tebal berair, putih, dan dapat dimakan (termasuk biji yang gagal tumbuh sempurna). Manggis mempunyai waktu berbunga antara bulan Mei sampai dengan Januari (Rukmana, 1995).

2.2.3 Kandungan Kimia Dan Khasiat

Kandungan metabolit sekunder dalam buah manggis diantaranya yaitu triterpen, mangostin, *tannin*, dan resin. Sedangkan yang terdapat dalam kulit buah manggis yaitu *tannin*, flavonoid, dan *xanthone*. *Xanthone* merupakan substansi kimia alami yang tergolong senyawa polyphenolic. *Xanthone* sangat bermanfaat untuk kesehatan tubuh sebagai antioksidan, antiproliferatif, antiinflamasi dan antimikroba (Dira *et al.*, 2014).

Berdasarkan penelitian Kosem *et al.*, (2007) dari ekstrak *methanol* kulit buah manggis diperoleh sejumlah *xanthone*, yang tergolong senyawa *polyphenolic*, seperti inti *xanthone*, α -mangostin, β -mangostin, γ -mangostin (Gambar 2), garcinone E, 9-*hydroxycalabaxanthone*. Daun manggis mengandung α -mangostin, sedangkan ekstrak kulit batang mengandung α -mangostin dan β -mangostin.



Gambar 4. Struktur Kimia α -mangostin (a), β -mangostin (b), dan γ -mangostin (c) (Noviardi *et al.*, 2016)

Beberapa hasil penelitian yang pernah dilakukan diketahui bahwa rebusan kulit buah manggis memiliki efek antidiare. Menurut Kastaman (2007), buah manggis muda memiliki efek speriniostatik dan spermisida. Secara tradisional buahnya digunakan untuk mengobati diare, radang, amandel, keputihan, disentri, wasir dan borok. Kulit buah manggis digunakan untuk mengobati sariawan, disentri, nyeri urat, sembelit. Kulit batang digunakan untuk mengatasi nyeri perut, dan akarnya untuk mengatasi haid yang tidak teratur.

2.3 Asam Kandis (*Garcinia cowa* Roxb.)

2.3.1 Tinjauan Umum dan Klasifikasi

Asam kandis yang masih merupakan kerabat dari buah manggis berasal dari pulau Kalimantan, namun banyak juga ditemukan di daerah lain di Indonesia seperti pulau Sumatera, Jawa, dan Bali. Buahnya berwarna orange dan sangat asam, sedangkan daun mudanya dimakan oleh masyarakat Kalimantan sebagai sayuran (Heyne, 1987).

Tumbuhan asam kandis diklasifikasikan sebagai berikut (Tjitrosoemo, 1993):

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Sub divisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Guttiferales

Famili : Guttiferae
Genus : *Garcinia*
Spesies : *Garcinia cowa* Roxb.

Nama lain : Kowa Ganboji (Jepang); Kandis (Malaysia); Kaphal (Nepal); Cuithekera, Kangach, Kujithekera, Kau, Cowa (India); Yun Nan Shan Zhu Zi, Yun Shu (Cina); Pildis, Paninginen, Bilukau (Filipina); Doc, Tai Chua (Vietnam).

2.3.2 Morfologi

Tumbuhan ini memiliki pohon kecil hingga menengah, bercabang, hijau, tinggi batang mencapai 8-20 m dengan diameter 15-30 cm, dan terkadang mencapai 90 cm. Kulit batang berwarna gelap coklat dengan getah berwarna kuning lemon. Bunga uniseksual, bunga betina berwarna kuning orange ditemukan pada akhir cabang, sedangkan bunga jantan dapat ditemukan di sepanjang cabang-cabang sebagai *cluster*. Daunnya sederhana berukuran 6-15 x 2,5-6,0 cm, berwarna hijau mengkilap, tebal, meruncing pada kedua ujung daun, dengan 12-18 pasang tulang daun. Daun muda lebih lembut dan berwarna kemerahan hingga perunggu. Buah bulat berukuran 2,5-6,0 cm, hijau ketika muda dan kusam, dan kuning ketika masak (Ritthiwigrom *et al.*, 2013).

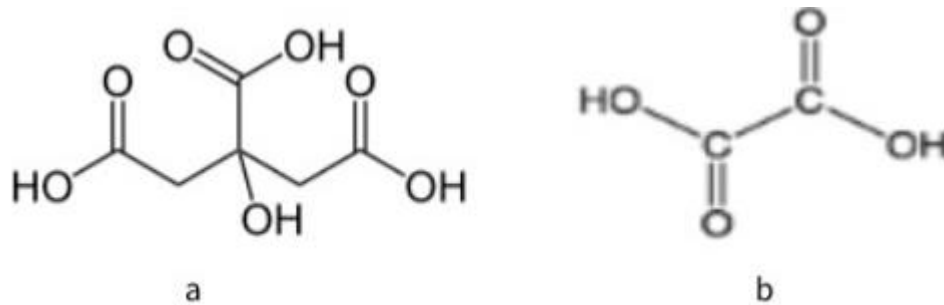
2.3.3 Kandungan Kimia dan Khasiat

Asam kandis sebagai salah satu dari tumbuhan genus *Garcinia* mengandung senyawa xanton teroksigenasi dan terprenilasi, flavonoid dan benzofenon hampir pada semua bagian tanaman ini. Pada kulit batang asam kandis mengandung berbagai macam senyawa yang salah satunya yaitu α -mangostin yang merupakan salah satu senyawa golongan xanton (Fauziah *et al.*, 2015).

Berdasarkan studi literatur tentang kandungan kimia akar asam kandis, diketahui bahwa akar asam kandis mengandung cowaxanthon, cowanin, cowanol, mangostin, β -mangostin, 1,3,6-trihidroksi-7-metoksi-2,5-bis(3-metil-2-butenil) xanton, macluraxanton, 10-O-metilmacluraxanton, isocurdranaxanton B, cowagarci non B, dan stigmasterol (Wahyuni *et al.*, 2012).

Pemanfaatan asam kandis sampai saat ini masih terbatas pada kayunya sebagai bahan bangunan, buahnya sebagai manisan dan bumbu masak. Daun dan buah digunakan untuk memperlancar peredaran darah, pengencer dahak pada batuk pilek dan tonikum. Kulit batang telah digunakan secara tradisional sebagai antipiretik. Pada getahnya

dilaporkan mengandung senyawa cowargacinon A-E. Sedangkan pada daun, buah dan kulit buah yang telah dikeringkan dilaporkan mengandung asam-asam organik seperti asam sitrat, asam oksalat (Gambar 3), dan asam hidroksisitat (Fauziah *et al.*, 2015).



Gambar 5. Struktur Kimia asam sitrat (a) dan asam oksalat (b) (Jena *et al.*, 2002)

2.4 Radikal Bebas

Radikal bebas adalah atom atau molekul yang mempunyai satu atau lebih elektron tidak berpasangan pada lintasan paling luarnya. Radikal bebas memiliki sifat yang reaktif sehingga dapat bereaksi dengan berbagai molekul lain seperti protein, lipid dan DNA. Dalam keadaan normal radikal bebas yang diproduksi di dalam tubuh tidak berbahaya dan penting untuk fungsi biologis seperti pengaturan pertumbuhan sel. Namun ketika diproduksi dalam jumlah yang berlebihan oleh sel, radikal bebas dapat menjadi berbahaya karena saat masuk ke dalam tubuh radikal bebas ini akan mencari pasangan elektron lain dengan mengambil elektron dari sel tubuh sehingga membentuk reaksi berantai dan menghasilkan radikal bebas baru (Agus, 2002).

Tubuh manusia memiliki sistem pertahanan endogen terhadap serangan radikal bebas terutama terjadi melalui peristiwa metabolisme sel normal dan peradangan. Jumlah radikal bebas dapat mengalami peningkatan yang diakibatkan faktor stress, polusi lingkungan seperti asap rokok, asap kendaraan, dan asap pabrik, sinar ultra violet matahari, radiasi, obat-obatan dan aktivitas fisik yang berlebih. Dimana semua itu menyebabkan sistem pertahanan tubuh yang ada tidak memadai, sehingga tubuh memerlukan tambahan antioksidan dari luar yang dapat melindungi dari serangan radikal bebas (Halliwell & Gutteridge, 1999).

2.5 Antioksidan

Dalam pengertian kimia, senyawa antioksidan adalah senyawa pemberi elektron (*electron donors*). Secara biologis, pengertian antioksidan yaitu senyawa yang mampu meredam dampak negatif oksidan dalam tubuh atau yang dapat menangkal radikal bebas penyebab kerusakan sel dalam tubuh. Antioksidan merupakan senyawa pemberi elektron atau reduktan yang memiliki berat molekul kecil tetapi mampu menginaktivasi berkembangnya reaksi oksidasi, dengan cara mencegah terbentuknya radikal. Antioksidan juga merupakan senyawa yang dapat menghambat reaksi oksidasi, dengan mengikat radikal bebas dan molekul yang sangat reaktif. Akibatnya, kerusakan sel akan dihambat (Winarsi, 2007).

Keseimbangan oksidan dan antioksidan sangat penting karena berkaitan dengan berfungsinya sistem imunitas tubuh. Kondisi seperti ini terutama untuk menjaga integritas dan berfungsinya membran lipid, protein sel, dan asam nukleat, serta mengontrol transduksi signal dan ekspresi gen dalam sel imun. Defisiensi antioksidan yang berupa vitamin C, vitamin E, Se, Zn, dan glutation dalam derajat ringan hingga berat sangat berpengaruh terhadap respon imun. Karena itu penambahan antioksidan dalam tubuh merupakan salah satu upaya untuk mengurangi kerusakan oksidatif/stres oksidatif pada tubuh kita. Mengonsumsi antioksidan dalam diet sehari-hari dapat memberi perlindungan terhadap stres oksidatif (Sugianto, 2011).

2.6 Senyawa Fenolat

Senyawa fenolat adalah senyawa yang memiliki satu atau lebih gugus hidroksil yang menempel pada cincin aromatik. Dengan kata lain, senyawa fenolat adalah senyawa yang sekurang-kurangnya memiliki satu gugus fenol (Vermerris & Nicholson, 2006).

Kandungan fenol total dari sampel yang mengandung antioksidan dapat diketahui dengan mengukur kapasitas reduksi dengan pereaksi Folin-Ciocalteu menggunakan spektrofotometer. Metode ini mengukur kemampuan sampel pada kondisi basa untuk mereduksi pereaksi Folin-Ciocalteu yang berwarna kuning sehingga menyebabkan perubahan warna menjadi biru gelap. Pereaksi Folin-Ciocalteu merupakan kompleks dari fosfomolybdat-fosfotungstat. Molybdenum pada kompleks ini, yang memiliki warna kuning akan tereduksi oleh anion fenolat menjadi berwarna biru (Yu, 2008).

2.7 Metoda FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*)

Metoda FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*) merupakan salah satu metode uji aktivitas antioksidan dengan mekanisme menginaktifkan radikal bebas dengan mentransfer elektron tidak berpasangan (*Single Electron Transfer*). Dalam menentukan aktivitasnya, antioksidan akan mereduksi oksidan yang dapat menyebabkan perubahan warna yang proporsional dengan konsentrasi antioksidan sehingga dapat diketahui aktivitas antioksidannya berdasarkan kemampuannya dalam mereduksi (Prior *et al.*, 2005).

Metoda FRAP ini bekerja didasarkan pada kemampuan antioksidan untuk mereduksi Fe^{3+} menjadi Fe^{2+} dengan adanya 2,4,6-tri (2-piridil)-s triazine (TPTZ), membentuk biru intensif dari kompleks Fe^{2+} -TPTZ yang diukur pada absorbansi maksimum 593 nm. Reaksi ini tergantung pH (pH optimum 3,6). Penurunan absorbansi sebanding dengan kandungan antioksidan. Reagen lain yang juga dapat memberikan warna spesifik pada ion ferri adalah 1,10-fenantrolin (Cools *et al.*, 2011).

Ion ferro akan bereaksi dengan 1,10-fenantrolin membentuk kompleks berwarna jingga-merah $[(\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2)_3.\text{Fe}]^{2+}$ yang intensitas warnanya tidak bergantung pada keasaman dalam jangka pH 2-9, dan stabil dalam waktu yang lama (Jeffery *et al.*, 1989). Senyawa kompleks ini dapat dibaca absorbansinya pada λ 510 nm (Cools *et al.*, 2011).

2.8 Spektrofotometer UV-Vis

Spektrofotometri serap merupakan pengukuran interaksi antara radiasi elektromagnetik panjang gelombang tertentu yang sempit dan mendekati monokromatik, dengan molekul atau atom dari suatu zat kimia. Hal ini didasarkan pada kenyataan bahwa molekul selalu mengabsorpsi cahaya elektromagnetik jika frekuensi cahaya tersebut sama dengan frekuensi getaran dari molekul tersebut. Elektron yang terikat dan elektron yang tidak terikat akan tereksitasi pada suatu daerah frekuensi, yang sesuai dengan cahaya ultraviolet dan cahaya tampak (UV-Vis). Spektrum absorpsi daerah ini adalah sekitar 220 nm sampai 800 nm dan dinyatakan sebagai spektrum elektron. Suatu spektrum ultraviolet meliputi daerah bagian ultraviolet (190-380 nm), spektrum visibel bagian sinar tampak (380-780 nm) (Henry *et al.*, 2002).

Instrumentasi dari spektrofotometer UV-Vis ini dapat diuraikan sebagai berikut : (Henry *et al.*, 2002)

1. Suatu sumber energi cahaya yang berkesinambungan yang meliputi daerah spektrum yang mana alat tersebut dirancang untuk beroperasi.
2. Suatu monokromator, yakni sebuah piranti untuk memencilkan pita sempit panjang gelombang dari spektrum lebar yang dipancarkan oleh sumber cahaya.
3. Suatu wadah untuk sampel (dalam hal ini digunakan kuvet).
4. Suatu detektor, yang berupa transduser yang merubah energi cahaya menjadi suatu isyarat listrik.
5. Suatu *amplifier* (pengganda) dan rangkaian yang berkaitan yang membuat isyarat listrik itu memadai untuk dibaca.
6. Suatu sistem baca dimana diperagakan besarnya isyarat listrik yang ditangkap.

Spektrofotometer UV-Vis digunakan terutama untuk analisa kuantitatif, tetapi dapat juga untuk analisa kualitatif. Penggunaan untuk analisa kuantitatif didasarkan pada hukum Lambert-Beers yang menyatakan hubungan empirik antara intensitas cahaya yang ditransmisikan dengan tebalnya larutan (Hukum Lambert / Bouguer), dan hubungan antara intensitas tadi dengan konsentrasi zat (Hukum Beers) (Henry *et al.*, 2002).

Hukum Lambert-Beers :

$$A = \log (I_0 / I_t) = \epsilon \cdot b \cdot c = a \cdot b \cdot c$$

Keterangan :

A = Serapan

I_0 = Intensitas sinar yang datang

I_t = Intensitas sinar yang diteruskan (ditransmisikan)

ϵ = Absorptivitas molekuler/konstanta ekstingsi ($L \cdot mol^{-1} \cdot cm^{-1}$)

a = Daya serap ($L \cdot g^{-1} \cdot cm^{-1}$)

b = Tebal larutan / kuvet (cm)

c = Konsentrasi (g/L, mg/mL)

Panjang gelombang yang digunakan untuk melakukan analisis kuantitatif suatu zat biasanya merupakan panjang gelombang dimana zat yang bersangkutan memberikan serapan yang maksimum, sebab keakuratan pengukurannya akan lebih besar. Hal tersebut dapat terjadi karena pada panjang gelombang maksimum bentuk serapan pada umumnya landai sehingga perubahan yang tidak terlalu besar pada kurva serapan tidak akan menyebabkan kesalahan pembacaan yang terlalu besar pula (dapat diabaikan). Serapan

yang optimum untuk pengukuran dengan spektrofotometri UV-Vis ini berkisar antara 0,2 - 0,8 (Henry *et al.*, 2002).

2.9 Ekstraksi

Ekstraksi merupakan suatu proses penyarian suatu senyawa kimia dari suatu bahan alam dengan menggunakan pelarut tertentu. Ekstraksi bisa dilakukan dengan berbagai metode sesuai dengan sifat dan tujuannya, yaitu dengan maserasi, sokletasi, perkolasi, dan perebusan. Pada proses ekstraksi ini dapat digunakan sampel dalam keadaan segar atau yang telah dikeringkan, tergantung pada sifat tumbuhan dan senyawa yang akan diisolasi (Djamal, 1990).

Salah satu metoda ekstraksi yaitu maserasi. Maserasi merupakan cara ekstraksi yang paling sederhana. Maserasi dilakukan dengan proses pengekstrakan simplisia dengan menggunakan pelarut dengan beberapa kali pengocokan atau pengadukan pada temperatur ruangan (kamar). Secara teknologi termasuk ekstraksi dengan prinsip metode pencapaian konsentrasi pada keseimbangan. Maserasi kinetik berarti dilakukan pengadukan yang kontinu (terus-menerus) (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2000).

III. METODA PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan lebih kurang 8 bulan, yaitu dari bulan Maret sampai bulan Oktober 2019 di Laboratorium Kimia Farmasi Analisis dan Laboratorium Penelitian Fakultas Farmasi Universitas Andalas.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan adalah spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu 7000 Pharmaspec) dengan kuvetnya, *rotary evaporator* (Buchi[®]), pipet ukur (Pyrex[®]), labu ukur (Pyrex[®]), vial, erlenmeyer (Pyrex[®]), pipet tetes, timbangan analitik (Kern), penangas air (Buchi[®]), oven (Memmert), krus silikat, kertas saring, corong, spatel, botol gelap, tabung reaksi (Pyrex[®]), dan alat-alat gelas lainnya.

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit buah asam gelugur (*Garcinia atroviridis* Griff. Et Anders.), kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.), kulit buah asam kandis (*Garcinia cowa* Roxb.), etanol (Merck), asam galat (Sigma-Aldrich), reagen Folin-Ciocalteu (Sigma-Aldrich), natrium karbonat (Sigma-Aldrich), *1,10*-fenantrolin (Sigma-Aldrich), besi (III) klorida (Sigma-Aldrich), aquadest (Bratacho), besi (II) sulfat heptahidrat (Sigma-Aldrich), natrium asetat trihidrat (Sigma-Aldrich), dan besi (III) klorida heksahidrat (Sigma-Aldrich).

3.3 Prosedur Kerja

3.3.1 Pengambilan Sampel

Sampel yang digunakan adalah kulit buah asam gelugur (*Garcinia atroviridis* Griff. Et Anders.) yang diambil di daerah Medan, Sumatera Utara. Kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) yang diambil dari daerah Batusangkar, Sumatera Barat. Dan kulit buah asam kandis (*Garcinia cowa* Roxb.) yang diambil di daerah Padang, Sumatera Barat. Masing-masing diambil sebanyak 3 kg.

3.3.2 Identifikasi Tanaman

Identifikasi tanaman dilakukan di Herbarium Universitas Andalas Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas untuk memastikan jenis tanaman yang digunakan dalam penelitian.

3.3.3 Penyiapan Sampel

Sampel segar dikumpulkan dan dibersihkan dengan air, lalu ditiriskan. Kemudian sampel dikeringkan dengan oven pada suhu 50⁰C selama 72 jam. Selanjutnya sampel kering diserbukkan dengan mesin penggiling sehingga dihasilkan serbuk simplisia (Lisa, 2016).

3.3.4 Evaluasi Simplisia

1. Pemeriksaan Organoleptis Simplisia

Untuk mengetahui karakteristik simplisia, maka dilakukan identifikasi dengan mengamati secara visual bentuk, warna, dan bau dari simplisia.

2. Susut Pengerinan Simplisia

Ditimbang saksama 2 g simplisia dalam botol timbang dangkal bertutup yang sebelumnya telah dipanaskan pada suhu penetapan (105⁰C) dan ditara. Ratakan bahan dalam botol timbang dengan menggoyangkan botol, masukkan dalam oven, buka tutupnya, keringkan pada suhu penetapan (105⁰) hingga bobot tetap. Sebelum setiap pengeringan, biarkan botol dalam keadaan tertutup mendingin dalam deksikator hingga suhu ruang (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2008).

$$\% \text{ Susut pengerinan} = \frac{(B-A)-(C-A)}{B-A} \times 100\%$$

Keterangan:

A = Berat krus kosong (g)

B = Berat krus + simplisia sebelum dikeringkan (g)

C = Berat krus + simplisia setelah dikeringkan (g)

3.3.5 Pembuatan Ekstrak

Masing-masing serbuk simplisia ditimbang 300 gram, lalu dimaserasi menggunakan pelarut etanol 70% dengan memasukkan 3 L pelarut ke dalam maserator yang telah berisi simplisia. Rendam selama 6 jam pertama sambil sekali-sekali diaduk, kemudian diamkan selama 18 jam. Setelah itu pisahkan maserat, lalu uapkan dengan

rotary evaporator hingga diperoleh ekstrak kental (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2008).

3.3.6 Evaluasi Ekstrak

1. Pemeriksaan Organoleptis Ekstrak

Untuk mengetahui karakteristik ekstrak, maka dilakukan identifikasi dengan mengamati secara visual bentuk, warna, dan bau dari ekstrak.

2. Kadar Air Ekstrak

Ditimbang saksama 5 g ekstrak, dimasukkan ke dalam labu kering. Ekstrak ditimbang dalam sehelai lembaran logam dengan ukuran yang sesuai dengan leher labu. Untuk zat yang dapat menyebabkan gejolak mendadak saat mendidih, tambahkan batu didih secukupnya. Masukkan lebih kurang 200 mL toluen jenuh air ke dalam labu, pasang rangkaian alat. Masukkan toluen jenuh air ke dalam labu penerima melalui pendingin sampai leher alat penampung. Panaskan labu hati-hati selama 15 menit.

Setelah toluen mulai mendidih, atur penyulingan dengan kecepatan lebih kurang 2 tetes tiap detik, hingga sebagian besar air tersuling, kemudian naikan kecepatan penyulingan hingga 4 tetes tiap detik. Setelah semua air tersuling, bagian dalam pendingin dicuci dengan toluen jenuh air, sambil dibersihkan dengan sikat tabung yang disambungkan pada sebuah kawat tembaga dan telah dibasahi dengan toluen jenuh air. Lanjutkan penyulingan selama 5 menit. Dinginkan tabung penerima hingga suhu ruang. Jika ada tetes air yang melekat, gosok tabung pendingin dan tabung penerima dengan karet yang diikat pada sebuah kawat tembaga dan dibasahi dengan toluen jenuh air hingga tetesan air turun. Baca volume air setelah air dan toluen memisah sempurna. Kadar air dihitung dalam % v/b (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2008).

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{Volume air (mL)}}{\text{Berat ekstrak (g)}} \times 100\%$$

3. Kadar Abu Ekstrak

Ditimbang saksama 2 g ekstrak dan dimasukkan ke dalam krus silikat yang telah dipijar dan ditara, pijarkan perlahan-lahan hingga arang habis, dinginkan dan timbang (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2008).

$$\text{Kadar abu} = \frac{C-A}{B-A} \times 100\%$$

Keterangan:

A = Berat krus kosong (g)

B = Berat krus + ekstrak sebelum pemijaran (g)

C = Berat krus + ekstrak setelah pemijaran (g)

3.3.7 Penentuan Kadar Fenolat Total

1. Pembuatan Larutan Induk Asam Galat (5 mg/mL)

Ditimbang 0,25 g asam galat, tambahkan 5 mL etanol 96%, lalu tambahkan aquadest sampai 50 mL (Andayani *et al.*, 2008).

2. Pembuatan Larutan Standar Asam Galat dengan Berbagai Konsentrasi

Dipipet larutan induk asam galat 5 mg/mL masing-masing 0,6; 0,8; 1; 1,2; dan 1,4 mL dan dicukupkan dengan aquadest sampai 10 mL sehingga didapatkan larutan standar asam galat dengan konsentrasi 300 mg/L, 400 mg/L, 500 mg/L, 600 mg/L, dan 700 mg/L.

3. Pembuatan Na₂CO₃ 20 %

Ditimbang 5 g Na₂CO₃ dan tambahkan 20 mL aquadest, lalu didihkan, kemudian diamkan selama 24 jam, saring dan encerkan dengan aquabidest sampai sampai 25 mL (Andayani *et al.*, 2008).

4. Penentuan Panjang Gelombang Serapan Maksimum Asam Galat-Folin Ciocalteu

Dipipet 0,2 mL larutan pembanding asam galat dengan konsentrasi 500 mg/L, tambahkan 15,8 mL aquades dan 1 mL reagen Folin-Ciocalteu, lalu dikocok. Diamkan selama 8 menit, kemudian tambahkan 3 mL larutan Na₂CO₃ 20 %, kocok homogen. Diamkan selama 2 jam pada suhu kamar. Ukur serapan pada rentang panjang gelombang 400-800 nm (Arman, 2016).

5. Pembuatan Kurva Kalibrasi

Masing-masing konsentrasi bertingkat larutan standar asam galat dipipet 0,2 mL, tambahkan 15,8 mL aquadest dan tambahkan 1 mL reagen Folin-Ciocalteu, kocok, diamkan 8 menit. Kemudian tambahkan 3 mL larutan Na₂CO₃ 20 %, kocok homogen. Diamkan selama 2 jam pada suhu kamar. Ukur serapan pada panjang gelombang serapan maksimum asam galat-Folin Ciocalteu. Buat kurva kalibrasi hubungan antara masing-masing konsentrasi asam galat (mg/L) dengan serapannya (Andayani *et al.*, 2008).

6. Penyiapan Larutan Uji

a. Ekstrak Kulit Buah Asam Gelugur dan Asam Kandis

Masing-masing ekstrak ditimbang sebanyak 150 mg, dilarutkan dengan pelarut etanol di dalam labu ukur 10 mL, sehingga diperoleh konsentrasi ekstrak 15000 ppm atau 15 mg/mL.

b. Ekstrak Kulit Buah Manggis

Ekstrak ditimbang sebanyak 150 mg, dilarutkan dengan pelarut etanol di dalam labu ukur 10 mL (larutan I). Lalu dipipet 1 mL larutan I, ditambah 6,5 mL pelarut etanol. Sehingga diperoleh konsentrasi ekstrak 2000 ppm atau 2 mg/mL.

7. Penetapan Kadar Senyawa Fenolat Total dalam Larutan Uji

Masing-masing larutan uji dipipet 0,2 mL, tambahkan 15,8 mL aquadest dan tambahkan 1 mL reagen Folin-Ciocalteu, lalu kocok. Kemudian selama 8 menit tambahkan 3 mL larutan Na_2CO_3 20 % kedalam campuran dan kocok homogen. Diamkan selama 2 jam pada suhu kamar. Ukur serapan dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang serapan maksimum asam galat-Folin Ciocalteu. Dilakukan 3 kali pengulangan sehingga kadar fenolat yang diperoleh hasilnya dinyatakan sebagai g ekuivalen asam galat/100 g ekstrak sampel (Andayani *et al.*, 2008).

3.3.8 Penentuan Aktivitas Antioksidan dengan Metode FRAP

1. Pembuatan Larutan Induk Besi (II) Sulfat Heptahidrat 10 mmol/L

Ditimbang 0,2781 g besi sulfat heptahidrat ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) dan dilarutkan dengan air suling hingga 100 mL dalam labu ukur.

2. Pembuatan Larutan Standar Besi (II) Sulfat Heptahidrat dengan Berbagai Konsentrasi

Dipipet larutan induk besi (II) sulfat heptahidrat 10 mmol/L masing-masing sebanyak 2, 4, 6, 8, dan 10 mL, lalu dicukupkan dengan aquadest sampai 100 mL untuk menghasilkan konsentrasi 0,3 mmol/L; 0,4 mmol/L; 0,5 mmol/L; 0,6 mmol/L; dan 0,7 mmol/L.

3. Buffer Asetat 0,3 M pH 3,6

Ditimbang 0,7393 g natrium asetat trihidrat ($\text{CH}_3\text{COONa}\cdot 3\text{H}_2\text{O}$) yang ditambahkan dengan 4 mL asam asetat pekat dan dilarutkan dengan air suling hingga tepat 250 mL dalam labu takar.

4. Pembuatan Larutan *Ortho*-Fenantrolin 10 mmol

Ditimbang 0,198 g *ortho*-fenantrolin, larutkan dalam 10 mL etanol dan 90 mL air suling, lalu disimpan dalam botol gelap.

5. Pembuatan Larutan Besi (III) Klorida Hexahidrat 20 mmol/L

Ditimbang 0,5407 g besi (III) klorida heksahidrat ($\text{FeCl}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$) dan dilarutkan dengan air suling dalam labu ukur hingga 100 mL.

6. Pembuatan Reagen FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*)

Reagen FRAP disiapkan dengan mencampur 10 mL buffer asetat 0,3 M pH 3,6 dengan 1 mL larutan *ortho*-fenantrolin 10 mmol dan 1 mL besi (III) klorida heksahidrat ($\text{FeCl}_3\cdot 6\text{H}_2\text{O}$) 20 mmol/L ke dalam labu ukur, lalu ditambahkan aquadest hingga tepat 100 mL (Vitchipan *et al*, 2007).

7. Penentuan Panjang Gelombang Serapan Maksimum Larutan Besi (II) Sulfat Heptahidrat 10 mmol/L

Dipipet 0,5 ml larutan standar besi (II) sulfat heptahidrat dengan konsentrasi 0,4 mmol/L dan 0,5 ml larutan *ortho*-fenantrolin 10 mmol masukkan ke tabung reaksi yang telah berisi 5 mL larutan buffer asetat 0,3 M pH 3,6. Biarkan larutan selama 30 menit di tempat gelap. Kemudian diukur absorbannya dengan spektrofotometer UV-Visible dalam rentang 400-800 nm (Harris, 2007).

8. Pembuatan Kurva Kalibrasi

Masing-masing konsentrasi bertingkat larutan standar besi (II) sulfat heptahidrat dipipet 0,5 mL, tambahkan 0,5 mL *ortho*-fenantrolin. Lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang telah berisi 5 mL larutan buffer asetat 0,3 M pH 3,6. Disamping itu, larutan blanko disiapkan tanpa mengandung larutan standar besi (II) sulfat heptahidrat. Dibiarkan larutan selama 30 menit di tempat gelap pada suhu ruangan dan dicatat serapan pada panjang gelombang serapan maksimum larutan besi (II) sulfat heptahidrat (Harris, 2007). Kurva kalibrasi dibuat dengan memplot serapan yang didapat dari analisa terhadap konsentrasi bertingkat larutan standar sehingga

didapatkan persamaan garis regresi linear ($y = a + bx$). Linearitas ditentukan oleh harga r (koefisien regresi).

9. Penyiapan Larutan Uji

Masing-masing ekstrak ditimbang sebanyak 150 mg, dilarutkan dengan pelarut etanol di dalam labu ukur 10 mL, sehingga diperoleh konsentrasi 15000 ppm atau 15 mg/mL.

10. Penentuan Aktivitas Antioksidan

Masing-masing larutan uji sebanyak 0,1 mL dan 0,3 mL air suling ditambahkan ke dalam tabung yang telah berisi 3 mL reagen FRAP. Campuran divortek dan diinkubasi selama 30 menit di tempat gelap pada suhu ruang. Absorban larutan uji diukur pada panjang gelombang serapan maksimum larutan besi (II) sulfat heptahidrat. Larutan reagen FRAP dengan air suling tanpa larutan uji digunakan sebagai larutan blanko. Aktivitas antioksidan larutan uji dinyatakan dalam Fe^{+2} ekuivalen (Fe^{+2} mM), dihitung menggunakan persamaan linearitas yang didapat (Vitchiphan *et al.*, 2007).

3.4 Analisis Data

Data yang didapatkan akan dibuat dalam bentuk diagram batang dan grafik linear untuk melihat hubungan kadar fenolat total dengan aktivitas antioksidan dari ekstrak masing-masing sampel.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Identifikasi Tanaman

Berdasarkan hasil identifikasi tanaman di Herbarium ANDA Universitas Andalas didapatkan bahwa tanaman asam gelugur, manggis, dan asam kandis tersebut benar merupakan *Garcinia atroviridis* Griff. Et Anders., *Garcinia mangostana* L., dan *Garcinia cowa* Roxb. (Lampiran IV, Gambar 14)

4.1.2 Evaluasi Simplisia

1. Pemeriksaan Organoleptis Simplisia

Pada pemeriksaan organoleptis simplisia, sampel kulit buah asam gelugur memiliki bentuk serbuk yang agak kasar, berwarna hijau keabu-abuan, dan berbau khas. Untuk sampel kulit buah manggis memiliki bentuk serbuk yang halus, berwarna coklat kekuningan, dan memiliki bau yang khas. Sedangkan untuk sampel kulit buah asam kandis memiliki bentuk serbuk yang halus, berwarna coklat kemerahan, dan berbau khas seperti asam kandis.

2. Susut Pengeringan Simplisia

Pada pengamatan parameter susut pengeringan simplisia kulit buah asam gelugur, manggis, dan asam kandis didapatkan hasil masing-masingnya yaitu $9,4737 \pm 0,256 \%$, $5,4213 \pm 0,415 \%$, dan $7,5813 \pm 0,288 \%$.

4.1.3 Evaluasi Ekstrak

1. Pemeriksaan Organoleptis Ekstrak

Pada pemeriksaan organoleptis ekstrak, sampel kulit buah asam gelugur memiliki bentuk ekstrak yang kental, berwarna hijau kehitaman, dan memiliki bau yang aromatis. Untuk sampel kulit buah manggis memiliki bentuk ekstrak yang kental, berwarna merah kecoklatan, dan memiliki bau yang aromatis. Sedangkan untuk sampel kulit buah asam kandis memiliki bentuk ekstrak yang kental, berwarna coklat, dan memiliki bau yang aromatis.

2. Kadar Air Ekstrak

Hasil pemeriksaan kadar air ekstrak kulit buah asam gelugur, manggis, dan asam kandis berturut-turut adalah $18,3206 \pm 0,696 \%$, $15,4879 \pm 0,706 \%$, dan $16,4822 \pm 0,704 \%$.

3. Kadar Abu Ekstrak

Hasil pemeriksaan kadar abu ekstrak kulit buah asam gelugur, manggis, dan asam kandis berturut-turut adalah $1,2656 \pm 0,012 \%$, $2,713 \pm 0,238 \%$, dan $1,3579 \pm 0,191 \%$.

4.1.4 Penentuan Kadar Fenolat Total

1. Berdasarkan analisis kuantitatif fenolat total menggunakan spektrofotometer UV-Vis, diperoleh panjang gelombang maksimum asam galat 751 nm.
2. Persamaan regresi linear yang didapat adalah $y = 0,0009x + 0,1384$ dengan koefisien korelasi $r = 0,9999$.
3. Hasil perhitungan kadar fenolat total dalam ekstrak kulit buah asam gelugur adalah $2,469 \pm 0,42 \%$, dalam ekstrak kulit buah manggis sebanyak $31,834 \pm 3,701 \%$, dan dalam ekstrak kulit buah asam kandis sebanyak $4,346 \pm 0,172\%$.

4.1.5 Penentuan Aktivitas Antioksidan

1. Berdasarkan analisis kuantitatif aktivitas antioksidan menggunakan spektrofotometer UV-Vis, diperoleh panjang gelombang maksimum Fe^{2+} dengan reagen *o*-fenantrolin 510 nm.
2. Persamaan regresi linear yang didapat adalah $y = 1,333x - 0,1371$ dengan koefisien korelasi $r = 0,9996$.
3. Hasil perhitungan aktivitas antioksidan dalam ekstrak kulit buah asam gelugur adalah $1,761 \pm 0,046 \text{ mmol } Fe^{+2}/100 \text{ g}$, dalam ekstrak kulit buah manggis sebanyak $2,468 \pm 0,186 \text{ mmol } Fe^{+2}/100 \text{ g}$, dan dalam ekstrak kulit buah asam kandis sebanyak $1,888 \pm 0,119 \text{ mmol } Fe^{+2}/100 \text{ g}$.

4.2 Pembahasan

Pada penelitian ini digunakan sampel berupa ekstrak kulit buah asam gelugur yang didapat dari daerah Medan, Sumatera Utara, kulit buah manggis yang didapat dari daerah Batusangkar, Sumatera Barat, dan kulit buah asam kandis yang didapat dari daerah Padang, Sumatera Barat. Tujuan pengambilan dari tiga sampel ini yaitu untuk melihat

perbandingan kadar fenolat total dan aktivitas antioksidan dari tiga spesies *Garcinia* yang berbeda. Sampel diidentifikasi di Herbarium ANDA Universitas Andalas, dimana hasilnya menyatakan bahwa sampel benar merupakan *Garcinia atroviridis* Griff.ex T.Anderson, *Garcinia mangostana* L., dan *Garcinia cowa* Roxb. Ex Choisy. Jadi sampel dapat digunakan untuk penelitian lebih lanjut.

Sampel yang digunakan yaitu kulit buah asam gelugur sebanyak 3,060 kg, kulit buah manggis 3,075 kg, dan kulit buah asam kandis 4,650 kg, yang dikumpulkan kemudian dibersihkan, lalu dikeringkan dengan oven pada suhu 50°C selama 72 jam. Selanjutnya sampel kering diserbukkan dengan mesin penggiling sehingga dihasilkan serbuk simplisia. Sampel dibuat menjadi serbuk dengan tujuan untuk memperbesar luas permukaan partikel agar daerah yang berkontak dengan pelarut semakin besar, sehingga penetrasi pelarut ke dalam simplisia semakin mudah dan senyawa-senyawa yang terkandung di dalam simplisia akan lebih banyak tertarik oleh pelarut yang digunakan.

Sebelum dilakukannya ekstraksi, dilakukan terlebih dahulu evaluasi simplisia, yang meliputi pemeriksaan organoleptis simplisia dan susut pengeringan simplisia. Dilihat dari organoleptisnya, simplisia asam gelugur memiliki bentuk serbuk yang agak kasar, berwarna coklat kehijauan, dan berbau khas. Untuk simplisia manggis memiliki bentuk serbuk yang halus, berwarna coklat kekuningan, dan berbau khas. Untuk simplisia asam kandis memiliki bentuk serbuk yang halus, berwarna coklat kemerahan, dan memiliki bau yang khas.

Selanjutnya dilakukan uji susut pengeringan simplisia, dimana diperoleh hasil dari masing-masing simplisia yaitu $9,4737 \pm 0,256$ % (asam gelugur), $5,4213 \pm 0,415$ % (manggis), dan $7,5813 \pm 0,288$ % (asam kandis). Hasil tersebut memenuhi syarat yaitu kurang dari 10%. Pengujian susut pengeringan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui persentase senyawa yang menghilang atau mudah menguap selama proses pemanasan, tidak hanya menggambarkan air yang hilang, tetapi juga senyawa menguap lainnya, seperti minyak atsiri dan sisa pelarut organik.

Selanjutnya dilakukan proses ekstraksi. Simplisia yang berbentuk serbuk halus diekstraksi dengan cara maserasi. Cara maserasi ini dipilih karena pengerjaannya yang mudah dan sederhana, tidak memerlukan alat dan perlakuan khusus, dan tanpa adanya pemanasan sehingga dapat menghindari rusaknya senyawa yang terkandung di dalam masing-masing sampel genus *Garcinia* ini akibat suhu yang tinggi. Pelarut yang

digunakan pada proses maserasi ini yaitu etanol 70 %. Etanol dipilih sebagai cairan penyari karena etanol merupakan pelarut yang sifatnya universal sehingga dapat melarutkan hampir semua metabolit sekunder yang terdapat pada simplisia, absorpsinya baik, etanol dapat bercampur baik dengan air dalam segala perbandingan. Dan juga diketahui bahwa kapang akan sulit tumbuh dalam etanol 20 % keatas. Selain itu, etanol juga lebih ekonomis karena harganya lebih murah, dan toksisitasnya juga jauh lebih rendah dibandingkan dengan pelarut lain (Depkes, 2000).

Setelah dimaserasi, maserat yang didapatkan selanjutnya diuapkan dengan menggunakan alat *rotary evaporator*, sehingga diperoleh ekstrak kental sebanyak 125,9399 g (asam gelugur), 129,3488 g (manggis), dan 126,6337 g (asam kandis) dengan persentase rendemen ekstrak yang didapat masing-masingnya yaitu 41,702 % (asam gelugur), 40,4215 % (manggis), dan 42,2112 % (asam kandis). Persentase rendemen menunjukkan kemaksimalan pelarut yang digunakan untuk menyari, dan untuk mengetahui perkiraan jumlah simplisia yang dibutuhkan untuk pembuatan sejumlah ekstrak kental. Hasil rendemen juga dapat menunjukkan kemungkinan jumlah senyawa kimia yang terkandung di dalam ekstrak. Berdasarkan data yang didapatkan, persentase nilai rendemen dari masing-masing ekstrak cukup tinggi, hasil rendemen yang tinggi menunjukkan kemungkinan senyawa kimia yang terkandung di dalam masing-masing ekstrak tersebut juga tinggi.

Setelah didapatkan ekstrak, kemudian dilakukan evaluasi masing-masing ekstrak, yang meliputi pemeriksaan organoleptis ekstrak, kadar air ekstrak, dan kadar abu ekstrak. Dilihat dari organoleptisnya, ekstrak asam gelugur memiliki bentuk ekstrak yang kental, berwarna hijau kehitaman, dan memiliki bau aromatis. Pada manggis, memiliki bentuk ekstrak kental, berwarna merah kecoklatan, dan memiliki bau yang aromatis. Dan pada asam kandis, memiliki bentuk ekstrak kental, berwarna coklat, dan memiliki bau yang juga aromatis.

Selanjutnya dilakukan pengujian kadar air ekstrak. Kadar air menentukan stabilitas ekstrak dan bentuk sediaan selanjutnya. Tingginya kadar air akan menumbuhkan jamur yang tidak baik bagi kesehatan. Pengukuran kadar air dalam suatu bahan sangat diperlukan dalam berbagai bidang, terlebih lagi pada suatu ekstrak tanaman. Tujuan dari parameter penetapan kadar air ini untuk memberikan batasan kandungan air dalam bahan (Depkes, 2000). Syarat kadar air bergantung pada jenis ekstrak, untuk ekstrak kental

batas kadar airnya ialah 5-30 % (Voigt, 1994). Kadar air dalam ekstrak yang kurang dari 10 % bertujuan untuk menghindari cepatnya pertumbuhan jamur dalam ekstrak (Soetarno dan Soediro, 1997). Dari pengujian yang telah dilakukan didapatkan hasil dari masing-masing ekstrak yaitu $18,3206 \pm 0,696$ % (asam gelugur), $15,4879 \pm 0,706$ % (manggis), dan $16,4822 \pm 0,704$ % (asam kandis). Dimana hasil tersebut masuk dalam rentang yang diperbolehkan, yaitu tidak lebih dari 30%. Kadar air ini termasuk parameter yang tidak terkait dengan aktifitas farmakologis secara langsung, tetapi mempengaruhi aspek keamanan dan stabilitas ekstrak serta sediaan yang dihasilkan nantinya.

Pengujian selanjutnya yaitu kadar abu ekstrak. Dimana hasil yang didapat masing-masing ekstrak yaitu $1,2656 \pm 0,012$ % (asam gelugur), $2,713 \pm 0,238$ % (manggis), dan $1,3579 \pm 0,191$ % (asam kandis). Penentuan kadar abu total ini bertujuan untuk memberikan gambaran kandungan mineral internal dan eksternal yang berasal dari proses awal sampai terbentuknya ekstrak. Pada proses ini ekstrak dipijarkan sehingga senyawa organik dan turunannya terdestruksi dan menguap sampai hanya menyisakan senyawa anorganik dan mineral saja. Dari penentuan kadar abu bisa juga ditentukan banyaknya cemaran logam di dalam ekstrak tersebut dan untuk menentukan baik atau tidaknya suatu pengolahan (dalam hal ini proses ekstraksi), dan juga untuk penentuan parameter nilai gizi pada bahan makanan.

Selanjutnya, masing-masing ekstrak dilakukan pengujian kadar fenolat total dan uji aktivitas antioksidan. Pengujian pertama yang dilakukan pada penelitian ini yaitu penentuan kadar fenolat total dengan menggunakan metode Folin-Ciocalteu. Dimana metode ini sederhana dan sensitif untuk senyawa fenol, serta reagen yang digunakan hanya dalam jumlah yang sedikit. Pada metode Folin-Ciocalteu digunakan asam galat sebagai larutan standar. Tahap awal yang dilakukan pada metode ini yaitu penentuan panjang gelombang serapan maksimum asam galat dengan Folin-Ciocalteu. Hasil pembacaan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 400-800 nm memberikan serapan 0,365 pada panjang gelombang maksimum 751 nm.

Prinsip dari metode Folin-Ciocalteu ini adalah terbentuknya senyawa kompleks berwarna biru yang dapat diukur pada panjang gelombang maksimum. Gugus hidroksil pada senyawa fenolat bereaksi dengan reagen Folin-Ciocalteu yang mengandung senyawa fosfomolibdat-fosfotungstat, akan membentuk kompleks molibdenumtungsten berwarna biru yang dapat dideteksi dengan spektrofotometer. Semakin besar konsentrasi

senyawa fenolat maka semakin banyak ion fenolat yang akan mereduksi fosfomolibdat-fosfotungstat menjadi kompleks molibdenum-tungsten sehingga warna biru yang dihasilkan semakin pekat.

Pada metode ini digunakan larutan standar asam galat dengan berbagai konsentrasi. Setelah dilakukan beberapa pengujian, maka konsentrasi yang masuk dalam rentang absorban 0,2 - 0,8 yaitu konsentrasi 300 mg/L; 400 mg/L; 500 mg/L; 600 mg/L; dan 700 mg/L. Masing-masing konsentrasi larutan standar asam galat tersebut diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang serapan maksimum asam galat-folin cicalteu, yaitu 751 nm, untuk pembuatan kurva kalibrasi. Absorban yang didapatkan pada masing-masing konsentrasi berturut-turut adalah 0,394; 0,483; 0,569; 0,653; 0,738. Dari hasil pengukuran tersebut, maka didapatkan persamaan regresi $y = 0,0009x + 0,1384$ dengan $r = 0,9999$. Koefisien korelasi (r) ini menunjukkan hasil yang linear, karena memenuhi kriteria penerimaan yaitu nilai r mendekati 1.

Penentuan kadar fenolat total dari ekstrak asam gelugur, manggis, dan asam kandis dilakukan dengan pembuatan larutan ekstrak dengan pelarutnya, yaitu etanol. Larutan ekstrak dibuat dengan konsentrasi tertentu yang absorbannya berada dalam rentang kalibrasi, ekstrak asam gelugur dengan konsentrasi 15000 ppm, ekstrak manggis 2000 ppm, dan ekstrak asam kandis 15000 ppm. Hasil perhitungan kadar fenolat total dalam ekstrak kulit buah asam gelugur adalah $2,469 \pm 0,42$ %, ekstrak kulit buah manggis $31,834 \pm 3,701$ %, dan dalam ekstrak kulit buah asam kandis $4,346 \pm 0,172$ %. Dari data yang diperoleh, dapat dilihat bahwa ekstrak kulit buah manggis memiliki hasil tertinggi, yang menunjukkan bahwa pada ekstrak kulit buah manggis ini mengandung lebih banyak senyawa fenolat dibandingkan ekstrak kulit buah asam gelugur dan asam kandis.

Selanjutnya dilakukan uji aktivitas antioksidan dengan menggunakan metode FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*). Pada metoda FRAP ini menggunakan larutan standar besi (II) sulfat heptahidrat. Tahap awal yang dilakukan pada metode ini yaitu penentuan panjang gelombang serapan maksimum larutan besi (II) sulfat heptahidrat. Hasil pembacaan spektrofotometri UV-Vis pada panjang gelombang 400-800 nm memberikan serapan 0,306 pada panjang gelombang maksimum 510 nm. Dimana, panjang gelombang maksimum yang didapat ini sesuai dengan literatur (Cools *et al.*, 2011).

Setelah didapatkan panjang gelombang serapan maksimum larutan besi (II) sulfat heptahidrat, selanjutnya dilakukan pembuatan kurva kalibrasi dengan menggunakan larutan standar besi (II) sulfat heptahidrat dengan konsentrasi 0,3 mmol/L; 0,4 mmol/L; 0,5 mmol/L; 0,6 mmol/L; dan 0,7 mmol/L yang diukur absorban masing-masingnya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang serapan maksimum besi (II) sulfat heptahidrat 510 nm. Didapatkan absorban dari masing-masing konsentrasinya yaitu 0,264; 0,394; 0,526; 0,671; dan 0,792. Dari hasil pengukuran tersebut, maka didapatkan persamaan regresi $y = 1,333x - 0,1371$ dengan $r = 0,9996$. Koefisien korelasi (r) ini menunjukkan hasil yang linear, karena memenuhi kriteria penerimaan yaitu nilai r mendekati 1.

Kemudian dilakukan penentuan aktivitas antioksidan dari ekstrak asam gelugur, ekstrak manggis, dan ekstrak asam kandis dengan pembuatan larutan ekstrak dengan pelarutnya yaitu etanol. Larutan ekstrak dibuat dengan konsentrasi yang absorbannya berada dalam garis linear kurva kalibrasi, yaitu konsentrasi 15000 ppm. Hasil perhitungan aktivitas antioksidan dalam ekstrak kulit buah asam gelugur yaitu $1,761 \pm 0,046$ mmol $Fe^{+2}/100$ g, ekstrak kulit buah manggis $2,468 \pm 0,186$ mmol $Fe^{+2}/100$ g, dan dalam ekstrak kulit buah asam kandis $1,888 \pm 0,119$ mmol $Fe^{+2}/100$ g. Dari hasil yang diperoleh, dapat dilihat bahwa ekstrak kulit buah manggis memiliki aktivitas antioksidan yang lebih tinggi dibanding ekstrak kulit buah asam gelugur dan asam kandis. Pengujian ini menunjukkan bahwa pada ekstrak kulit buah manggis banyak mengandung senyawa yang berperan sebagai antioksidan.

Data analisis menunjukkan bahwa kadar fenolat total sangat berpengaruh terhadap tingginya aktifitas antioksidan. Grafik linearitas menunjukkan kenaikan yang sama pada kadar fenolat total dan aktivitas antioksidan pada masing-masing ekstrak. Sehingga dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang linear antara kadar fenolat total dengan aktivitas antioksidan.

Namun, pada ekstrak kulit buah manggis dapat dilihat kenaikan kadar fenolat totalnya tidak sebanding dengan kenaikan aktivitas antioksidannya. Ini bisa disebabkan karena tidak semua senyawa fenolat yang terkandung di dalam ekstrak kulit buah manggis yang mempunyai aktivitas sebagai antioksidan. Sebagaimana diketahui bahwa tidak semua senyawa fenol yang beraktivitas sebagai antioksidan, hanya posisi orto-fenol. Terdapatnya substituen atau gugus pada posisi orto dapat meningkatkan densitas elektron

pada gugus hidroksil melalui efek induktif. Peningkatan densitas elektron pada OH akan menurunkan energi ikat oksigen-hidrogen sehingga berakibat pada meningkatnya reaktivitas terhadap radikal bebas alkil (Gordon, 1990; Maslarova, 2001).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kadar fenolat total yang tertinggi terdapat dalam ekstrak kulit buah manggis yaitu $31,834 \pm 3,701$ %, diikuti dengan ekstrak kulit buah asam kandis $4,346 \pm 0,172$ %, dan ekstrak kulit buah asam gelugur $2,469 \pm 0,42$ %.
2. Aktivitas antioksidan tertinggi terdapat dalam ekstrak kulit buah manggis yaitu sebanyak $2,468 \pm 0,186$ mmol $\text{Fe}^{+2}/100$ g, diikuti dengan ekstrak kulit buah asam kandis $1,888 \pm 0,119$ mmol $\text{Fe}^{+2}/100$ g, dan ekstrak kulit buah asam gelugur $1,761 \pm 0,046$ mmol $\text{Fe}^{+2}/100$ g.
3. Analisis data menunjukkan bahwa terdapat hubungan yang linear antara kadar fenolat total dengan aktivitas antioksidan dari masing-masing ekstrak.

5.2 Saran

Disarankan pada peneliti selanjutnya untuk melakukan isolasi senyawa yang berkhasiat sebagai antioksidan.

DAFTAR PUSTAKA

- Agus, Zainal AN. 2002. Stress Oksidatif dan Penyakit Degeneratif: Suatu Tinjauan Biokimia. *Jurnal Kedokteran Yarsi*, 10 (3), 69.
- Alida, W. 2013. *Terapi Herbal Ragam Kanker pada Wanita*. Yogyakarta: FlashBooks.
- Andayani, R., Maimunah, & Lisawati, Y., 2008. Penentuan Aktivitas Antioksidan, Kadar Fenolat dan Likopen pada Buah Tomat (*Solanum lycopersicum* L.). *Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi*, 13, 31-37.
- Arman, R.Z. 2016. Penentuan Kadar α -Mangostin, Kadar Fenolat Total Dan Aktivitas Antioksidan Dari Ekstrak Daun Manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Skripsi Sarjana Farmasi*. Universitas Andalas, Padang.
- Backer, A & Brink, Van Den. 1965. *Flora of Java (Spermatophytes Only)*, Vol I. The Netherlands: Noordhoff-Groningen.
- Cools, K., Vicente, A., & Terry, L.A. 2011. *Methodologies for extraction, isolation, characterization and quantification of bioactive compounds in L.A. terry (Ed.) health-promoting properties of fruits and vegetables*. UK: CAB International.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2000. *Parameter standar umum ekstrak tumbuhan obat*. Jakarta: Departemen Kesehatan.
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2008. *Farmakope Herbal Indonesia*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia
- Dey, P.M. & Harbone, J.B. 1989. *Methods in plant biochemistry: plant phenolics*. New York: Academic Press.
- Dira, Fitrianda, E., Sari, N. 2014. Uji Aktivitas Antihiperurisemia Ekstrak Etanol Kulit Buah Manggis (*Garcinia mangostana* L.) Dan Buah Asam Gelugur (*Garcinia atroviridis* Griff. Ex. T. Anders.) Secara In Vitro. *Laporan Penelitian*. Sekolah Tinggi Farmasi Indonesia Peintis, Padang.
- Djamal, R. 1990. *Prinsip-Prinsip Bekerja dalam Bidang Kimia Bahan Alam*. Padang: Universitas Andalas.
- Fauziah, F., Rasyid, R., Septiana, H. 2015. Penetapan Kadar Total α -Mangostin Dalam Ekstrak Etanol Kulit Batang Asam Kandis (*Garcinia cowa* Roxb. Ex Choisy) Dengan Spektrofotometri Ultraviolet. *Laporan Penelitian*. Fakultas Farmasi STIFARM & Unand, Padang.

- Gordon, M.H. 1990. The Mechanism of Antioxidants Action In Vitro. In B.J.F. Hudson, editor. Food Antioxidants. *Elvesier Applied Science*, London
- Halliwel, B. & Gutteridge, J.M.C. 1999. *Free Radical in Biology and Medicine* 3th Ed. New York: Oxford University Press, Inc.
- Harris, D.C. 2007. *Quantitative Chemical Analysis* 7th Ed. New York: W. H. Freeman and Company.
- Hengsa, M.S. 2014. Aktivitas Antibakteri Ekstrak Etanol Buah Asam Gelugur (*Garcinia atroviridis* Griff. Et Anders) Terhadap *Staphylococcus aureus* Dan *Shigella dysenteriae* Serta Bioautografinya. *Skripsi*. Fakultas Farmasi Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Henry, A., Suryadi, Yanuar, A. 2002. Analisis Spektrofotometri Uv-Vis Pada Obat Influenza Dengan Menggunakan Aplikasi Sistem Persamaan Linier. *Laporan Penelitian*. Program Spesialis Apoteker Jurusan Farmasi FMIPA UI, Jakarta.
- Herdiantika, R. 2008. Potensi Antioksidan Dari Ekstrak Metanol dan Ekstrak Air Daun Asam Gelugur (*Garcinia atroviridis* Griff. Et. Anders). *Laporan Skripsi*. Program Studi Kimia FMIPA Universitas Pakuan, Bogor.
- Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia*. Jakarta: Yayasan Sarana Wana Jaya.
- Jena, B.S., Jayaprakasha, G.K., & Sakariah, K.K. 2002. Organic acids from leaves, fruits, and rinds of *Garcinia cowa*. *Journal of Agricultural and food chemistry*, 50 (12), 3431-3434.
- Kastaman, R. 2007. Analisis Sistem dan Strategi Pengembangan Futuristik Pasar Komoditas Manggis di Indonesia. *Laporan Penelitian*. Program Sistem dan Manajemen Keteknikan Pertanian Universitas Padjajaran, Bandung.
- Kosem, N., Han, Y., & Moongkarndi, P. 2007. Antioxidant and cytoprotectiv activities of methanolic extract from *Garcinia mangostana* Hulls. *Science Asia*, 286.
- Lisa, M.A. 2016. Penentuan Kadar Alfa-Mangostin, Kadar Fenolat Total, Dan Aktivitas Antioksidan Dari Ekstrak Kulit Batang Manggis (*Garcinia mangostana* L.). *Skripsi Sarjana Farmasi*. Universitas Andalas, Padang.
- Magadula, J.J. & Mbwambo, Z.H. 2014. *Garcinia* Plant Spesies of Africa Origin: Ethnobotanical. *Pharmacological and Phytochemical Studies*. NewYork: Open Science Publishers.

- Maslarova, N.V.Y. 2001. *Inhibiting oxidation* dalam Jan Pokorny, Nedyalka Yanishlieva dan Michael Gordon: *Antioxidants in food, Practical applications*. Woodhead Publishing Limited, Cambridge: 22-70.
- Noviardi, H., Wulanawati, A., & Ibrohim, M.S.M. 2016. Perbandingan Inhibisi α -mangostin, β -mangostin, dan γ -mangostin Terhadap Protein Akt-Kinase Pada Sel Kanker Pankreas Secara Moleculer Docking. *Jurnal Farmamedika Institut Pertanian Bogor*, 1 (1).
- Pietta, P.G. 2000. Reviews: flavonoids as antioxidant. *Journal of Natural Products*, 63 (7), 1035-1042.
- Prior, R.L., Wu, X., & Scaich, K. 2005. Standardized methods for the determination of antioxidant capacity and phenolics in foods and dietary supplements. *J Agric Food Chem*. 53, 4294-4295.
- Rahardjo, M. & Hernani. 2005. *Tanaman berkhasiat antioksidan*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Rauf, A. 2009. *Optimalisasi Pengelolaan Lahan Pertanian Hubungannya dengan Upaya Memitigasi Banjir*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Redha, A. 2010. Flavonoid: Struktur, Sifat Antioksidatif Dan Peranannya Dalam Sistem Biologis. *Jurnal Belian*, 9 (2), 196-202.
- Ritthiwigrom, T., Laphookieo, S., & Pyne, G. 2013. Chemical constituents and biological activities of *Garcinia cowa* Roxb. *Maejo International Journal of Sciences and Technology*, 7 (2), 212-231.
- Rukmana, R. 1995. *Budidaya Manggis*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Shahidi, F. & Naczk, M. 1995. *Food phenolics: sources, chemistry, effects, applications*. Inc: Technomic Publishing Co.
- Sugianto, N.L. 2011. Pemberian Jus Delima Merah (*Punica granatum*) Dapat Meningkatkan Kadar Glutation Peroksidase Darah Pada Mencit (*Mus musculus*) Dengan Aktivitas Fisik Maksimal. *Tesis*. Program Pascasarjana Universitas Udayana, Denpasar.
- Suhardi, Z.F. 2013. Pengaruh Ekstrak Buah *Garcinia atroviridis* terhadap Kadar Kolesterol Total Tikus Galur Wistar yang Diberi Asupan Lemak Berlebih. Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia, Universitas Indonesia.

- Syamsudin, R., Marleta, D., & Simotiyani, H. 2004. Efek Ekstrak Daun Asam Gelugur (*Garcinia atroviridis* Griff TAnders) terhadap Plasmodium berghei pada Mencit. *Majalah Farmasi Vol. 4 (3)*. Airlangga.
- Tjitrosoemo, G. 1993. *Taksonomi tumbuhan (spermatophyta)*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Vermeris, W. & Nicholson, R. 2006. *Phenolic Compound Biochemistry*. Netherland: Springer.
- Vichitphan, S., Vichitphan, K., & Sirikhansaeng P. 2007. Flavonoid Content and Antioxidant Activity of Krachai-Dum (*Kaempferia parviflora*) wine. *KMITL Sci. Tech. J.*, 7, 97-105.
- Wahyuni, F.S., Siregar, F., Dharma, S. 2012. Uji Efek Sitotoksik Ekstrak Etanol Akar Asam Kandis (*Garcinia cowa* Roxb.) Pada Mencit Putih Betina Dengan Metode *Micronucleus Assay*. *Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi*, 17 (2).
- Wahyuni, F.S., Shaari, K., Stanslas, J., Lajis, N.H., & Dachriyanus. 2015. Cytotoxic xanthenes from the stem bark of *Garcinia cowa* Roxb. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research*, 7 (1), 227-230.
- Winarsi, H. 2007. *Antioksidan alami dan radikal bebas*. Yogyakarta: Kanisius.
- Yu, L. 2008. *Wheat Antioxidant*. New Jersey: John Wiley & Sons, Inc.

Lampiran I. Data Hasil Penelitian

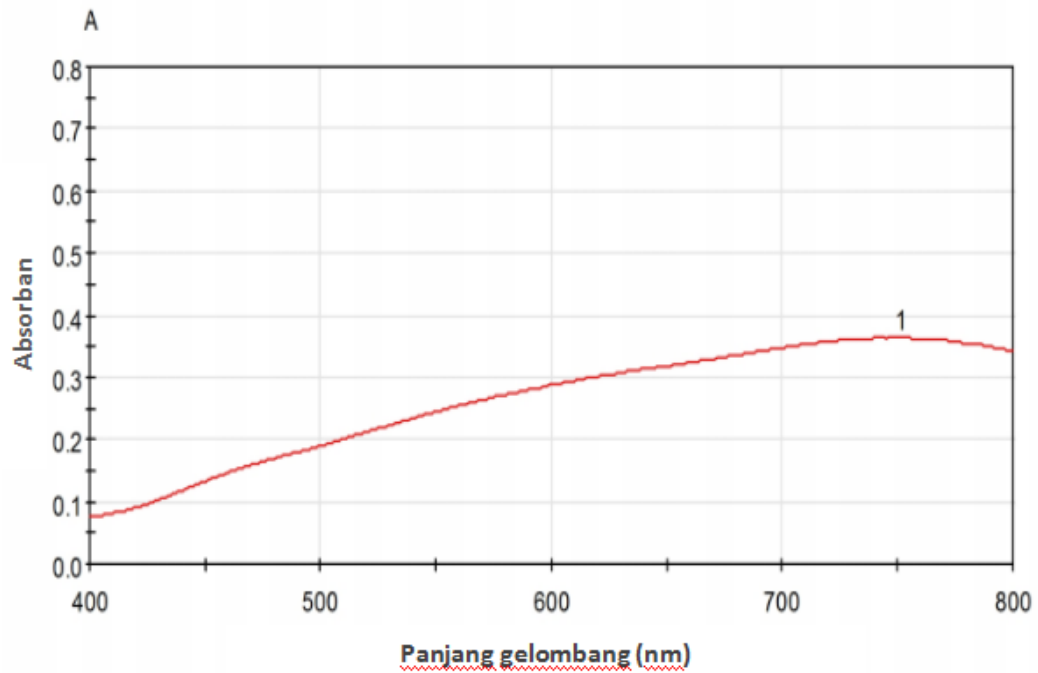
Tabel 1. Evaluasi simplisia

No.	Evaluasi simplisia	Sampel		
		Asam gelugur	Manggis	Asam kandis
	Organoleptik simplisia			
	Bentuk	Serbuk agak kasar	Serbuk halus	Serbuk halus
	Warna	Coklat kehijauan	Coklat kekuningan	Coklat kemerahan
	Bau	Khas	Khas	Khas
	Susut pengeringan simplisia (%)	9,47 ± 0,26	5,42 ± 0,42	7,58 ± 0,29

Tabel 2. Evaluasi ekstrak

No.	Evaluasi ekstrak	Sampel		
		Asam gelugur	Manggis	Asam kandis
	Rendemen ekstrak (%)	41,702	40,4215	42,2112
	Organoleptik ekstrak			
	Bentuk	Ekstrak kental	Ekstrak kental	Ekstrak kental
	Warna	Hijau kehitaman	Merah kecoklatan	Coklat
	Bau	Aromatis	Aromatis	Aromatis
	Kadar air ekstrak (%)	18,3206 ± 0,696	15,4879 ± 0,706	16,4822 ± 0,704
	Kadar abu ekstrak (%)	1,27 ± 0,01	2,71 ± 0,24	1,36 ± 0,19

Lampiran I (Lanjutan)

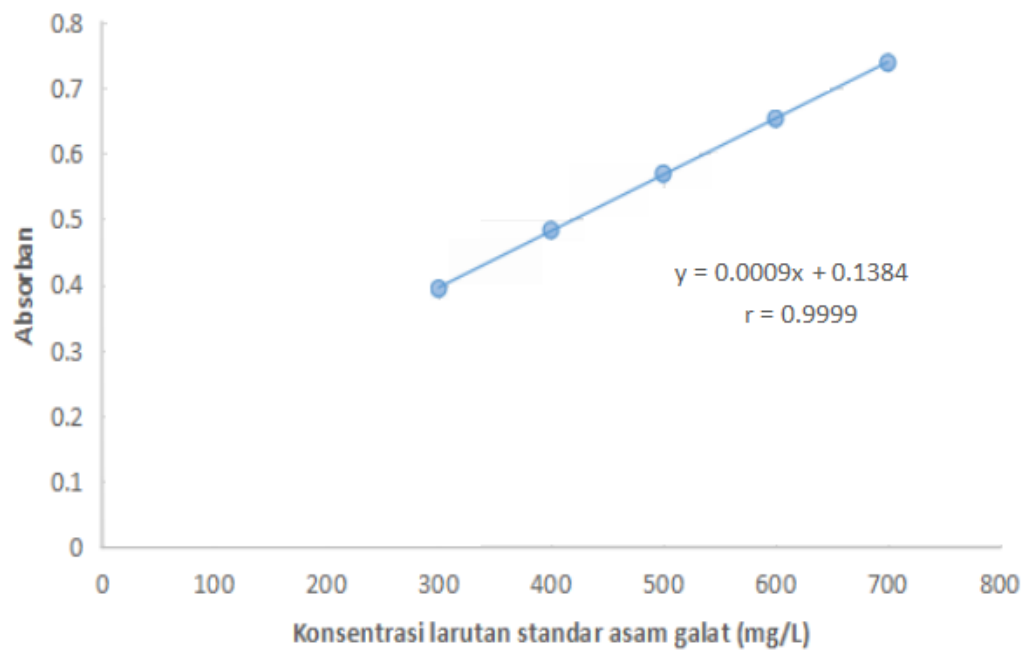


Gambar 6. Spektrum panjang gelombang serapan maksimum asam galat konsentrasi 500 mg/L dalam aquadest dengan reagen Folin Ciocalteu ($\lambda_{\text{maks}} = 751 \text{ nm}$, $A = 0,365$)

Lampiran I (Lanjutan)

Tabel 3. Tabel hubungan antara berbagai konsentrasi larutan standar asam galat dengan absorbannya.

No	Konsentrasi (mg/L)	Absorban
1	300	0,394
2	400	0,483
3	500	0,569
4	600	0,653
5	700	0,738

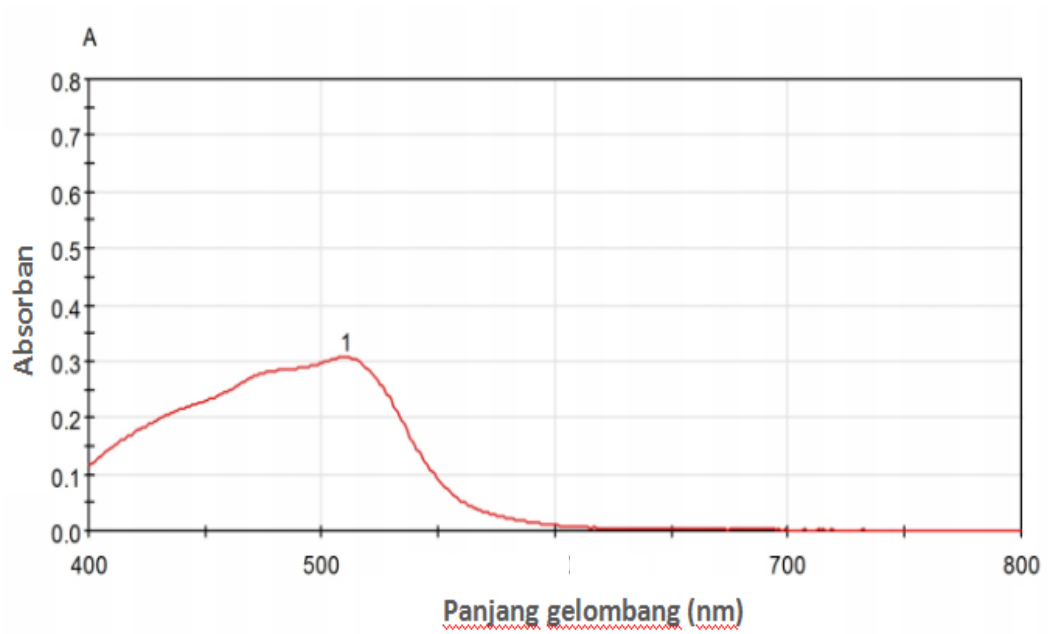


Gambar 7. Kurva kalibrasi antara berbagai konsentrasi larutan standar asam galat dengan absorbansi masing-masingnya.

Lampiran I (Lanjutan)Tabel 4. Hasil perhitungan kadar fenolat total (KFT) ekstrak kulit buah asam gelugur, manggis, dan asam kandis dengan spektrofotometer UV-Vis λ_{maks} 751 nm.

Sampel	Pengulangan	Absorban	Konsentrasi (mg/L)	Kadar fenolat total (g/100 g)
Asam gelugur (15 mg/mL)	I	0,449	345,481	2,296
	II	0,431	325,481	2,163
	III	0,538	443,63	2,948
	Rata-rata		371,53	2,47 ± 0,42
Manggis (2 mg/mL)	I	0,662	581,407	28,242
	II	0,724	651,037	31,624
	III	0,538	733,63	35,636
	Rata-rata		655,36	31,83 ± 3,70
Asam kandis (15 mg/mL)	I	0,735	663,259	4,378
	II	0,752	681,778	4,5
	III	0,706	630,296	4,16
	Rata-rata		658,44	4,346 ± 0,17

Lampiran I (Lanjutan)

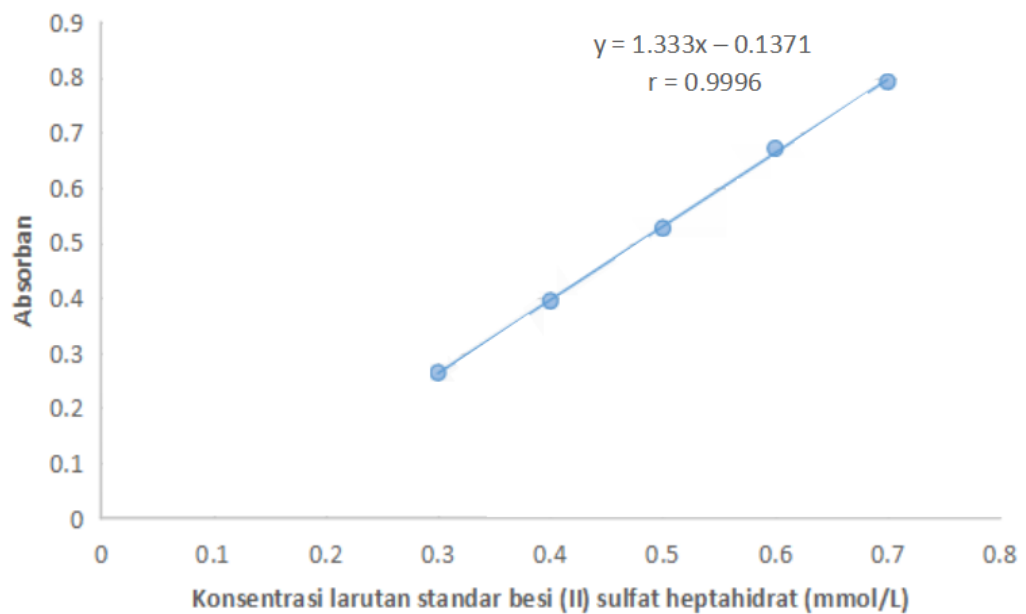


Gambar 8. Spektrum panjang gelombang serapan maksimum larutan besi (II) sulfat heptahidrat konsentrasi 0,4 mmol/L dalam aquadest (λ_{maks} = 510 nm, A = 0,306).

Lampiran I (Lanjutan)

Tabel 5. Tabel hubungan antara berbagai konsentrasi larutan standar besi (II) sulfat heptahidrat dengan absorbannya.

No	Konsentrasi (mmol/L)	Absorban
1	0,3	0,264
2	0,4	0,394
3	0,5	0,526
4	0,6	0,671
5	0,7	0,792



Gambar 9. Kurva kalibrasi antara berbagai konsentrasi larutan standar besi (II) sulfat heptahidrat dengan absorbannya masing-masingnya.

Lampiran I (Lanjutan)

Tabel 6. Hasil pengukuran aktivitas antioksidan (AA) dari ekstrak kulit buah asam gelugur, manggis, dan asam kandis dengan spektrofotometer UV-Vis λ_{maks} 510 nm.

Sampel	Pengulangan	Abs	Konsentrasi (mmol/L)	Aktivitas antioksidan (mmolFe⁺²/100 g)
Asam gelugur (15 mg/mL)	I	0,212	0,262	1,741
	II	0,21	0,260	1,728
	III	0,227	0,273	1,814
	Rata-rata		0,265	1,761 ± 0,05
Manggis (15 mg/mL)	I	0,402	0,404	2,617
	II	0,328	0,349	2,26
	III	0,384	0,391	2,532
	Rata-rata		0,381	2,468 ± 0,19
Asam kandis (15 mg/mL)	I	0,222	0,269	1,776
	II	0,27	0,305	2,013
	III	0,241	0,284	1,875
	Rata-rata		0,286	1,888 ± 0,12

Lampiran II. Rumus dan Perhitungan

Perhitungan 1. % Rendemen

$$\% \text{Rendemen} = \frac{\text{Berat ekstrak yang didapat (g)}}{\text{Berat sampel awal (g)}} \times 100 \%$$

$$\% \text{Rendemen asam gelugur} = \frac{125,9399 \text{ g}}{302 \text{ g}} \times 100 \% = 41,702 \%$$

$$\% \text{Rendemen manggis} = \frac{129,3488 \text{ g}}{320 \text{ g}} \times 100 \% = 40,4215 \%$$

$$\% \text{Rendemen asam kandis} = \frac{126,6337 \text{ g}}{300 \text{ g}} \times 100 \% = 42,2112 \%$$

Perhitungan 2. % Susut Pengeringan Simplisia

$$\% \text{ Susut pengeringan} = \frac{(B-A)-(C-A)}{B-A} \times 100 \%$$

Keterangan:

A = Berat krus kosong (g)

B = Berat krus + simplisia sebelum dikeringkan (g)

C = Berat krus + simplisia setelah dikeringkan (g)

Susut pengeringan asam gelugur

$$\begin{aligned} \text{Pengulangan I} &= \frac{(10,5852 \text{ g} - 8,5840 \text{ g}) - (10,4008 \text{ g} - 8,5840 \text{ g})}{10,5852 \text{ g} - 8,5840 \text{ g}} \times 100 \% \\ &= 9,214 \% \end{aligned}$$

Lampiran II. (Lanjutan)

$$\begin{aligned} \text{Susut pengeringan rata-rata} &= \frac{9,214 \% + 9,481 \% + 9,726 \%}{3} \\ &= 9,4737 \% \end{aligned}$$

Susut pengeringan manggis

$$\begin{aligned}\text{Pengulangan I} &= \frac{(10,5852 \text{ g} - 8,5844 \text{ g}) - (10,4685 \text{ g} - 8,5844 \text{ g})}{10,5852 \text{ g} - 8,5844 \text{ g}} \times 100 \% \\ &= 5,833 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Susut pengeringan rata-rata} &= \frac{5,833 \% + 5,003 \% + 5,428 \%}{3} \\ &= 5,4213 \%\end{aligned}$$

Susut pengeringan asam kandis

$$\begin{aligned}\text{Pengulangan I} &= \frac{(10,4552 \text{ g} - 8,4550 \text{ g}) - (10,2982 \text{ g} - 8,4550 \text{ g})}{10,4552 \text{ g} - 8,4550 \text{ g}} \times 100 \% \\ &= 7,849 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Susut pengeringan rata-rata} &= \frac{7,849 \% + 7,618 \% + 7,277 \%}{3} \\ &= 7,5813 \%\end{aligned}$$

Perhitungan 3. Kadar Air Ekstrak

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{Volume air (mL)}}{\text{Berat ekstrak (g)}} \times 100 \%$$

Kadar air ekstrak asam gelugur

$$\begin{aligned}\text{Pengulangan I} &= \frac{0,9 \text{ mL}}{5,0481 \text{ g}} \times 100 \% \\ &= 17,8285 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kadar air rata-rata} &= \frac{17,8285 \% + 18,8126 \%}{2} \\ &= 18,3206 \%\end{aligned}$$

Kadar air ekstrak manggis

$$\text{Pengulangan I} = \frac{0,8 \text{ mL}}{5,004 \text{ g}} \times 100 \%$$

$$= 15,9872 \%$$

$$\text{Kadar air rata-rata} = \frac{15,9872 \% + 14,9886 \%}{2}$$

$$= 15,4879 \%$$

Kadar air ekstrak asam kandis

$$\text{Pengulangan I} = \frac{0,8 \text{ mL}}{5,005 \text{ g}} \times 100 \%$$

$$= 15,9840 \%$$

$$\text{Kadar air rata-rata} = \frac{15,9840 \% + 16,9803 \%}{2}$$

$$= 16,4822 \%$$

Perhitungan 4. Kadar Abu Ekstrak

$$\text{Kadar abu} = \frac{C-A}{B-A} \times 100 \%$$

Keterangan:

A = Berat krus kosong (g)

B = Berat krus + ekstrak sebelum pemijaran (g)

C = Berat krus + ekstrak setelah pemijaran (g)

Kadar abu ekstrak asam gelugur

$$\text{Pengulangan I} = \frac{26,3513 \text{ g} - 26,3259 \text{ g}}{28,3425 \text{ g} - 26,3259 \text{ g}} \times 100 \%$$

$$= 1,2595 \%$$

$$\text{Kadar abu rata-rata} = \frac{1,2595 \% + 1,2827 \% + 1,2545 \%}{3}$$

$$= 1,2656 \%$$

Kadar abu ekstrak manggis

$$\begin{aligned}\text{Pengulangan I} &= \frac{46,6115 \text{ g} - 46,5553 \text{ g}}{48,5574 \text{ g} - 46,5553 \text{ g}} \times 100 \% \\ &= 2,8071 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kadar abu rata-rata} &= \frac{2,8071 \% + 2,4427 \% + 2,8891 \%}{3} \\ &= 2,713 \%\end{aligned}$$

Kadar abu ekstrak asam kandis

$$\begin{aligned}\text{Pengulangan I} &= \frac{38,3623 \text{ g} - 38,3383 \text{ g}}{40,4222 \text{ g} - 38,3383 \text{ g}} \times 100 \% \\ &= 1,1517 \%\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kadar abu rata-rata} &= \frac{1,1517 \% + 1,5298 \% + 1,3923 \%}{3} \\ &= 1,3579 \%\end{aligned}$$

Perhitungan 5. Kadar Fenolat Total

Perhitungan kadar fenolat total (KFT) ekstrak kulit buah asam gelugur

Dari 150,5 mg ekstrak kulit buah asam gelugur dilarutkan dengan pelarut etanol dalam labu ukur 10 mL, maka kadar fenolat total:

$$\begin{aligned}\text{KFT} &= \frac{10 \text{ mL} \times 371,531 \text{ mg/L}}{150,5 \text{ mg}} \\ &= \frac{0,01 \text{ L} \times 371,531 \text{ mg/L}}{0,1505 \text{ g}} \\ &= 24,686 \text{ mg/g} = 2,469 \%\end{aligned}$$

Perhitungan kadar fenolat total (KFT) ekstrak kulit buah manggis

Dari 154,4 mg ekstrak kulit buah manggis dilarutkan dengan pelarut etanol dalam labu ukur 10 mL, dengan faktor pengenceran 7,5 kali, maka kadar fenolat total:

$$\begin{aligned}\text{KFT} &= \frac{7,5 \times 10 \text{ mL} \times 655,358 \text{ mg/L}}{154,4 \text{ mg}} \\ &= \frac{7,5 \times 0,01 \text{ L} \times 655,358 \text{ mg/L}}{0,1544 \text{ g}} \\ &= 318,341 \text{ mg/g} = 31,834 \%\end{aligned}$$

Perhitungan kadar fenolat total (KFT) ekstrak kulit buah asam kandis

Dari 151,5 mg ekstrak kulit buah asam kandis dilarutkan dengan pelarut etanol dalam labu ukur 10 mL, maka kadar fenolat total:

$$\begin{aligned} \text{KFT} &= \frac{10 \text{ mL} \times 658,444 \text{ mg/L}}{151,5 \text{ mg}} \\ &= \frac{0,01 \text{ L} \times 658,444 \text{ mg/L}}{0,1515 \text{ g}} \\ &= 43,462 \text{ mg/g} = 4,346 \% \end{aligned}$$

Perhitungan 6. Aktivitas Antioksidan

Perhitungan aktivitas antioksidan (AA) ekstrak kulit buah asam gelugur

Dari 150,5 mg ekstrak kulit buah asam gelugur dilarutkan dengan pelarut etanol dalam labu ukur 10 mL, maka aktivitas antioksidan:

$$\begin{aligned} \text{AA} &= \frac{10 \text{ mL} \times 0,265 \text{ mmol/L}}{150,5 \text{ mg}} \\ &= \frac{0,01 \text{ L} \times 0,265 \text{ mmol/L}}{0,1505 \text{ g}} \\ &= 0,017608 \text{ mmol/g} = 1,761 \text{ mmol/100 g} \end{aligned}$$

Perhitungan aktivitas antioksidan (AA) ekstrak kulit buah manggis

Dari 154,4 mg ekstrak kulit buah manggis dilarutkan dengan pelarut etanol dalam labu ukur 10 mL, maka aktivitas antioksidan:

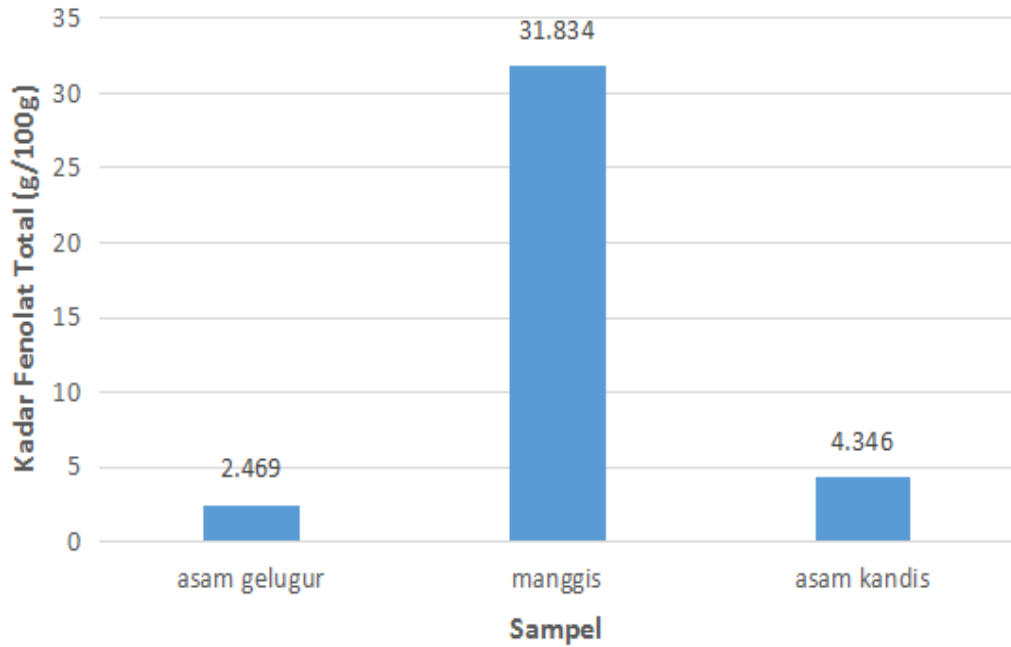
$$\begin{aligned} \text{AA} &= \frac{10 \text{ mL} \times 0,381 \text{ mmol/L}}{154,4 \text{ mg}} \\ &= \frac{0,01 \text{ L} \times 0,381 \text{ mmol/L}}{0,1544 \text{ g}} \\ &= 0,024676 \text{ mmol/g} = 2,468 \text{ mmol/100 g} \end{aligned}$$

Perhitungan aktivitas antioksidan (AA) ekstrak kulit buah asam kandis

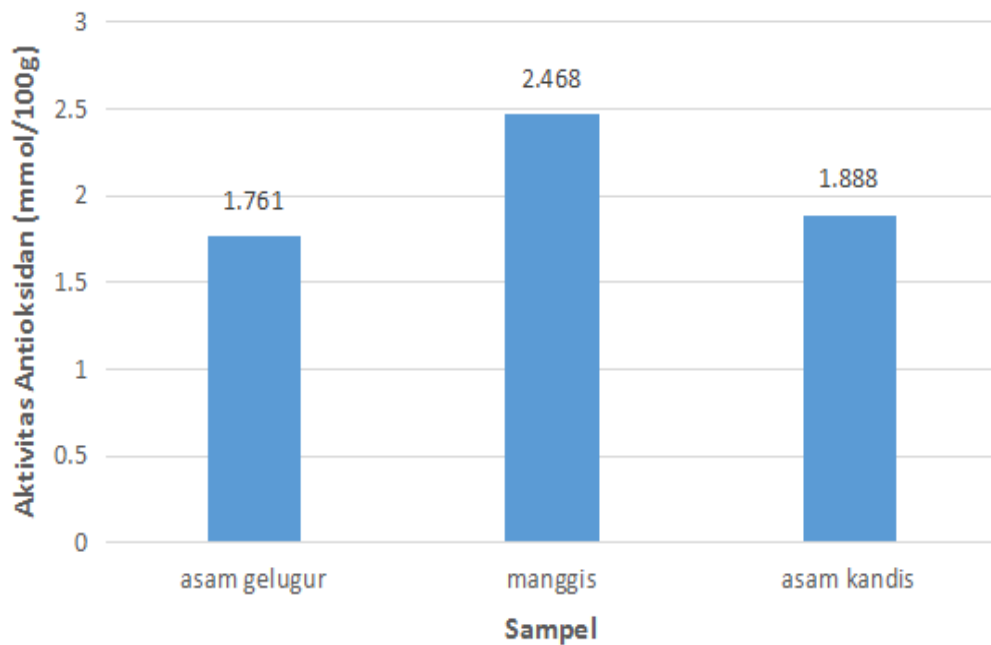
Dari 151,5 mg ekstrak kulit buah asam kands dilarutkan dengan pelarut etanol dalam labu ukur 10 mL, maka aktivitas antioksidan:

$$\begin{aligned} \text{AA} &= \frac{10 \text{ mL} \times 0,286 \text{ mmol/L}}{151,5 \text{ mg}} \\ &= \frac{0,01 \text{ L} \times 0,286 \text{ mmol/L}}{0,1515 \text{ g}} \\ &= 0,018877 \text{ mmol/g} = 1,888 \text{ mmol/100 g} \end{aligned}$$

Lampiran III. Pengolahan Data



Gambar 10. Diagram batang perbandingan kadar fenolat total dari ekstrak kulit buah asam gelugur, manggis, dan asam kandis

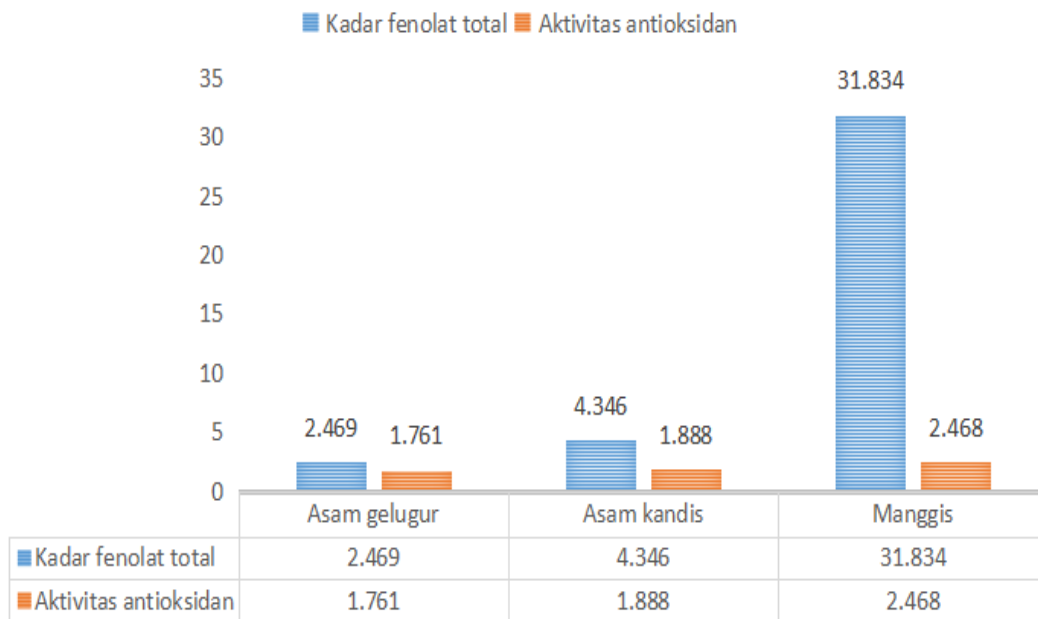


Gambar 11. Diagram batang perbandingan aktivitas antioksidan dari ekstrak kulit buah asam gelugur, manggis, dan asam kandis

Lampiran III. (Lanjutan)

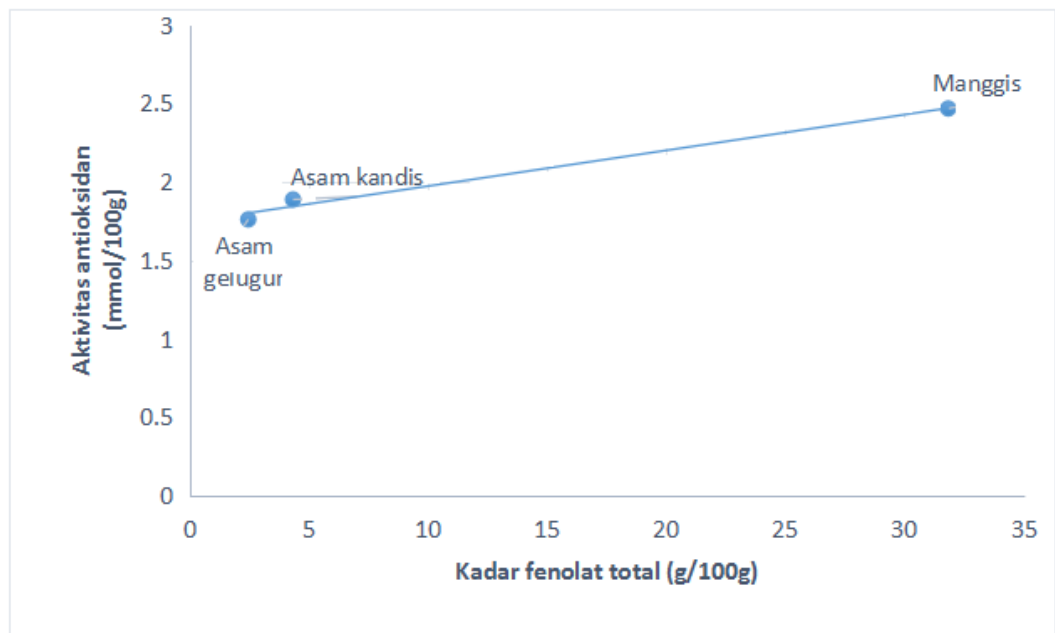
Tabel 7. Tabel hubungan antara kadar fenolat total dengan aktivitas antioksidan dari ekstrak kulit buah asam gelugur, manggis, dan asam kandis.

Sampel	Kadar fenolat total (g/100 g)	Aktivitas antioksidan (mmolFe ⁺² /100 g)
Asam gelugur	2,469 ± 0,42	1,761 ± 0,046
Asam kandis	4,346 ± 0,172	1,888 ± 0,119
Manggis	31,834 ± 3,701	2,468 ± 0,186



Gambar 12. Diagram batang hubungan antara kadar fenolat total dengan aktivitas antioksidan dari ekstrak kulit buah asam gelugur, manggis, dan asam kandis.

Lampiran III. (Lanjutan)



Gambar 13. Grafik hubungan antara kadar fenolat total dan aktivitas antioksidan dari ekstrak kulit buah asam gelugur, manggis, dan asam kandis.

Lampiran IV. Bagian Penunjang Penelitian



HERBARIUM UNIVERSITAS ANDALAS (ANDA)

Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas Kampus Limau Manih Padang Sumbar
Indonesia 25163 Telp. +62-751-777427 ext. *811 e-mail: nas_herb@yahoo.com;
herbariumandaunand@gmail.com

Nomor : 148/K-ID/ANDA/IV/2019
Lampiran : -
Perihal : Hasil Identifikasi

Kepada yth.
M Ikbar Busram
Di
Padang


Dengan hormat,
Sehubungan dengan surat mengenai bantuan untuk "Identifikasi Tumbuhan" di Herbarium Universitas Andalas Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas, kami telah membantu mengidentifikasi tumbuhan yang dibawa, atas nama:

Nama : M Ikbar Busram
No. BP : 1511014023
Instansi : Farmasi UNAND

Berikut ini diberikan hasil identifikasi yang dikeluarkan dari Herbarium Universitas Andalas.

No	Famili	Spesies
1.	Clusiaceae	<i>Garcinia cowa</i> Roxb. ex Choisy
2.	Clusiaceae	<i>Garcinia mangostana</i> L.
3.	Clusiaceae	<i>Garcinia atrovirens</i> Griff. ex T. Anderson

Demikian surat ini dibuat untuk dapat digunakan seperlunya.

Padang, 05 April 2019
Kepala

Dr. Nuramas, M.Si
NIP: 196908141995122001

Gambar 14. Laporan hasil identifikasi tanaman

Lampiran IV. (Lanjutan)



Gambar 15. Buah asam gelugur



Gambar 16. Serbuk kulit buah asam gelugur

Lampiran IV. (Lanjutan)



Gambar 17. Buah manggis



Gambar 18. Serbuk kulit buah manggis

Lampiran IV. (Lanjutan)



Gambar 19. Buah asam kandis



Gambar 20. Serbuk kulit buah asam kandis

Lampiran IV. (Lanjutan)

Skema Kerja

