



**STUDI SIFAT FISIKOKIMIA SENYAWA FENOL DAN
FLAVONOID DARI BIJI BUAH MANGGA ARUM MANIS
(*Mangifera indica* L.) DAN UJI AKTIVITASNYA SEBAGAI
ANTIOKSIDAN**

**Skripsi
diajukan sebagai salah satu syarat untuk
memperoleh gelar Sarjana Sains
Program Studi Fisika**

Oleh:

Khoirun Nuzulina

4211415006

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2020**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi dengan judul “Studi Sifat Fisikokimia Senyawa Fenol dan Flavonoid dari Biji Buah Mangga Arum Manis (*Mangifera indica* L.) dan Uji Aktivitasnya sebagai Antioksidan” telah disetujui oleh pembimbing untuk diujikan dalam sidang panitia ujian skripsi Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang.

Hari : Selasa

Tanggal : 28 Januari 2020

Semarang, 20 Januari 2020



Dr. Masturi, S.Pd., M.Si.

NIP. 198103072006041002

PERNYATAAN

Dengan ini, saya

Nama : Khoirun Nuzulina

NIM : 4211415006

Program studi : Fisika

menyatakan bahwa skripsi yang berjudul Studi Sifat Fisikokimia Senyawa Fenol dan Flavonoid dari Biji Buah Mangga Arum Manis (*Mangifera indica* L.) dan Uji Aktivitasnya sebagai Antioksidan ini benar-benar karya saya sendiri bukan jiplakan dari karya orang lain atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika keilmuan yang berlaku baik sebagian atau seluruhnya. Pendapat atau temuan orang atau pihak lain yang terdapat dalam skripsi ini telah dikutip atau dirujuk berdasarkan kode etik ilmiah. Atas pernyataan ini, saya secara pribadi siap menanggung resiko/sanksi hukum yang dijatuhkan apabila ditemukan adanya pelanggaran terhadap etika keilmuan dalam karya ini.



Semarang, 28 Januari 2020

Khoirun Nuzulina

NIM. 4211415006

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul Studi Sifat Fisikokimia Senyawa Fenol dan Flavonoid dari Biji Buah Mangga Arum Manis (*Mangifera Indica L.*) dan Uji Aktivitasnya sebagai Antioksidan

disusun oleh -

Khoirun Nuzulina

4211415006

Panitia:



Sekretaris

Dr. Suharto Linuwih, M.Si.

NIP. 196807141996031005

Penguji I

Prof. Dr. Susilo, M.S.

NIP. 195208011976031006

Penguji II

Dante Alighiri, S.Si., M.Sc.

NIP. 198506102015041003

Anggota Penguji/Pembimbing

Dr. Masturi, S.Pd., M.Si.

NIP. 198103072006041002

MOTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

- Berangkatlah kamu baik dalam keadaan merasa ringan maupun berat, dan berjihadlah kamu dengan harta dan dirimu di jalan Allah. Yang demikian itu adalah lebih baik bagimu, jika kamu mengetahui (Q.Sat-Taubah : 41).
- Allah mampu belum tentu Allah SWT mau, tetapi Allah SWT pasti akan memberikan yang terbaik.

Persembahan

Skripsi ini adalah bagian dari ibadahku kepada Allah SWT, karena kepada-Nya kami menyembah dan kepada-Nya kami memohon pertolongan.

Sekaligus sebagai ungkapan terimakasih kepada :

Ayah dan Ibuku yang selalu memberikan motivasi dalam hidupku

Sahabat-sahabat yang selalu memberikan inspirasi dalam hidupku

Terimakasih atas semuanya

Teman-teman jurusan Fisika 2015

PRAKATA

Segala puji bagi Allah SWT Tuhan semesta alam dan kesempurnaan hanya milik Allah semata serta sholawat dan salam tercurah pada Nabi Agung Muhammad SAW. Hanya dengan kemurahan dan rahmat-Nya alhamdulillah penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Studi Sifat Fisikokimia Senyawa Fenol dan Flavonoid dari Biji Buah Mangga Arum Manis (*Mangifera indica* L.) dan Uji Aktivitasnya sebagai Antioksidan”.

Penulis juga menyampaikan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam usaha penyelesaian skripsi ini. Dengan penuh ketulusan penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum., Rektor Universitas Negeri Semarang,
2. Dr. Sugianto, M.Si., Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
3. Dr. Suharto Linuwih, M.Si., selaku Ketua Jurusan Fisika,
4. Dr. Mahardika Prasetya Aji, M.Si., Ketua Program Studi Fisika atas fasilitas yang disediakan bagi mahasiswa,
5. Dr. Masturi, S.Pd, M.Si., selaku pembimbing yang telah membimbing saya dengan penuh perhatian dan kesabaran, meluangkan waktu, dan memberikan masukan serta motivasi selama penyusunan skripsi,
6. Prof. Dr. Susilo, M.S., selaku penguji I yang telah memberikan kritik dan saran untuk memperbaiki skripsi saya,
7. Dante Alighiri S.Si, M.Sc., selaku penguji II yang telah memberikan banyak masukan selama penelitian dan ujian skripsi,
8. Pak Muttaqin selaku teknisi laboratorium fisika yang telah membantu dalam perolehan dan analisis data,
9. Semua dosen Jurusan Fisika FMIPA UNNES yang telah memberi bekal pengetahuan yang berharga,
10. Bapak, Ibu, dan keluarga yang telah memberikan dukungan dan motivasi serta memberikan kesempatan kepada penulis untuk menempuh jenjang perguruan tinggi

11. Seluruh teman-teman laboratorium komposit (Riska, Saras, Mara, Faisal, Mac, Alif, kak Siti, dan kak Niken) yang telah membantu dan menyemangati selama penelitian,
12. Mahasiswa Fisika angkatan 2015 yang telah memberikan motivasi dan mengukir cerita indah,
13. Berbagai pihak yang telah memberi bantuan untuk karya tulis ini yang tidak dapat disebutkan satu persatu.

Tiada kesempurnaan bagi manusia sebagai insan yang sangat membutuhkan akan ilmu dan pengetahuan. Oleh karena itu, segala kritik dan masukan yang membangun penulis harapkan.

Semoga laporan skripsi ini dapat menambah pengetahuan dan bermanfaat bagi kita semua. Aamiin.

Semarang, 28 Januari 2020



Penulis

ABSTRAK

Nuzulina, Khoirun. 2020. Studi Sifat Fisikokimia Senyawa Fenol dan Flavonoid dari Biji Buah Mangga Arum Manis (*Mangifera indica* L.) dan Uji Aktivitasnya sebagai Antioksidan. Skripsi, Fisika, Universitas Negeri Semarang. Dr. Masturi S.Pd., M.Si.

Kata kunci : flavonoid, fenol, antioksidan, biji mangga, arum manis.

Telah dilakukan penelitian tentang studi sifat fisikokimia senyawa fenol dan flavonoid dari biji buah mangga arum manis (*Mangifera indica* L.) dan uji aktivitasnya sebagai antioksidan. Pengambilan senyawa fenol dan flavonoid dari biji buah mangga arum manis dilakukan dengan tiga variasi pelarut yaitu metanol, etanol, dan *n*-heksana menggunakan metode maserasi. Berdasarkan metode maserasi tersebut didapatkan hasil bahwa senyawa fenol dan flavonoid teridentifikasi oleh pelarut etanol dan metanol. Kemudian pelarut etanol dan metanol digunakan untuk ekstraksi dengan variasi metode yaitu refluks dan sokletasi. Hasil ekstraksi dari tiga variasi metode tersebut dihitung *total phenol content* dengan metode *folin ciocalteu* dan *total flavonoid content* dengan metode $AlCl_3$. *Total phenol content* yang optimal diperoleh dari hasil ekstrak biji buah mangga dengan metode refluks yaitu dari pelarut etanol sebesar 183,33 mg GAE/g sampel, sedangkan *total flavonoid content* optimal yang diperoleh dari ekstrak biji buah mangga metode refluks yaitu dengan pelarut etanol sebesar 152,4 mg QE/g sampel. Selanjutnya ekstrak biji buah mangga arum manis dari metode refluks diuji aktivitas antioksidannya menggunakan metode DPPH. Kemudian diperoleh nilai IC_{50} dari ekstrak dengan pelarut etanol sebesar 45,85 μ g/mL. Oleh karena itu, aktivitas antioksidan ekstrak biji mangga metode refluks dengan pelarut etanol dapat dikatakan sangat kuat.

ABSTRACT

Nuzulina, Khoirun. 2020. Study Physicochemical of Total Phenol Content and Total Flavonoid Content from Arum Manis Mango Seed (*Mangifera indica* L.) and Their Antioxidant Activity. Skripsi, Fisika, Universitas Negeri Semarang. Dr. Masturi S.Pd., M.Si.

Kata kunci : flavonoid, phenol, antioxidant, arum manis, mango seed.

Research about study physicochemical of total phenol content and total flavonoid content was done from arum manis mango seed (*mangifera indica* l.) and their antioxidant activity. Total phenol content and total flavonoid content from arum manis mango seed were taken with three variations of solvents that are methanol, ethanol, and hexane used maceration method. The maceration method results phenols and flavonoids identified by ethanol and methanol solvents. Then the ethanol and methanol solvents are used for extraction with other method variation that are reflux and socletation. The results of extraction from three variations of method were calculated for total phenol content by folin ciocalteu method and total flavonoid content by $AlCl_3$ method. Optimal result of total phenol content obtained from the reflux method with ethanol solvent was 183.33 mg GAE/g sample, optimal result of flavonoid content obtained from the reflux method with ethanol solvent was 152.4 mg QE/g sample. Then, arum manis mango seed extract from the reflux method was valued antioxidant activity with the DPPH method obtained IC_{50} values from the extract with ethanol as much as 45.85 $\mu\text{g/mL}$. Therefore the antioxidant activity of mango seed extract reflux method with ethanol solvent was very strong.

DAFTAR ISI

PERSETUJUAN PEMBIMBING.....	ii
PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN	iv
MOTO DAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian	4
1.5 Manfaat Penelitian	4
1.6 Sistematika Penulisan	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Material <i>Biowaste</i>	6
2.2 Mangga Arum Manis (<i>Mangifera indica</i> L.)	7
2.3 Biji Buah Mangga Arum Manis (<i>Mangifera indica</i> L.).....	8
2.4 Ekstraksi.....	9
2.4.1 Maserasi	9
2.4.2 Refluks	10
2.4.3 Sokletasi	10
2.5 Fenol.....	10
2.6 Flavonoid	11
2.7 <i>Total Phenol Content</i> (TPC)	12
2.8 <i>Total Flavonoid Content</i> (TFC)	13
2.9 Antioksidan	13
BAB 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 Tahap Penelitian.....	15
3.3.1 Preparasi bahan	15
3.3.2 Ekstraksi biji mangga metode maserasi	15
3.3.3 Ekstraksi biji mangga metode refluks	16
3.3.4 Ekstraksi biji mangga metode sokletasi	17
3.3.5 Evaporasi.....	17
3.3.6 Penentuan Total Phenol Content (TPC).....	18

3.3.7 Penentuan Total Flavonoid Content (TFC).....	18
3.3.8 Pengujian antioksidan	18
3.3.9 Karakterisasi.....	19
BAB IV	20
HASIL DAN PEMBAHASAN	20
4.1 Analisis Kualitatif Biji Buah Mangga Arum Manis	20
4.2 Analisis Kualitatif Ekstrak Biji Mangga Arum Manis.....	25
4.3 <i>Total Phenol Content</i> (TPC)	29
4.5 <i>Total Flavonoid Content</i> (TFC)	31
4.4 Uji Aktivitas Antioksidan	35
BAB V	38
SIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Simpulan	
5.2 Saran.....	
DAFTAR PUSTAKA	39

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Parameter Pengukuran Aktivitas Antioksidan	14
Tabel 4.1	Hasil Uji Serbuk Fitokimia Biji Buah Mangga Arum Manis	20
Tabel 4.2	Hasil Uji FTIR Serbuk Biji Buah Mangga Arum Manis	24
Tabel 4.3	Hasil Uji Fitokimia Ekstrak Biji Buah Mangga Arum Manis	25
Tabel 4.4	Hasil Uji FTIR Ekstrak Biji Buah Mangga Arum Manis	27
Tabel 4.5	Hasil Penetapan Kadar Total Fenol Ekstrak Biji Buah Mangga Arum Manis (<i>Mangifera indica</i> L.)	31
Tabel 4.6	Hasil Penetapan Kadar Total Flavonoid Ekstrak Biji Buah Mangga Arum Manis (<i>Mangifera indica</i> L.)	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Buah Mangga Arum Manis.....	7
Gambar 2.2	Biji Buah Mangga Arum Manis.....	8
Gambar 2.3	(a) Struktur Molekuler dari Rangka Flavonoid (2-Fenil-1,4-Benzopiron). (b) Struktur isoflavonoid. (c) Struktur Neoflavonoid.....	12
Gambar 3.1	Skema Rangkaian Alat Refluks	16
Gambar 3.2	Skema Rangkaian Alat Sokletasi	17
Gambar 4.1	Reaksi Uji Terpenoid	21
Gambar 4.2	Reaksi Uji Fenolik	22
Gambar 4.3	Reaksi Uji Flavonoid	22
Gambar 4.4	Hasil Uji FTIR dari Serbuk Biji Buah Mangga Arum Manis	23
Gambar 4.5	Senyawa (a) Flavon dan (b) Quarcetin.....	23
Gambar 4.6	Hasil Uji FTIR dari Ekstrak Biji Buah Mangga Arum Manis	26
Gambar 4.7	Kurva Kalibrasi Asam Galat pada Panjang Gelombang Maksimal 750 nm.....	30
Gambar 4.8	Kurva Kalibrasi Kuarsetin pada Panjang Gelombang Maksimal 425 nm.....	33
Gambar 4.9	Regresi Linear dalam Menentukan Nilai IC ₅₀ Ekstrak Biji Buah Mangga dengan Metode Refluks (a) Pelarut Etanol (b) Pelarut Metanol	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Diagram Alir Penelitian	44
Lampiran 2.	Uji Fitokimia	45
Lampiran 3.	Komposisi dalam Penentuan <i>Total Phenol Content</i>	48
Lampiran 4.	Perhitungan <i>Total Phenol Content</i>	50
Lampiran 5.	Komposisi dalam Penentuan <i>Total Flavonoid Content</i>	53
Lampiran 6.	Perhitungan <i>Total Flavonoid Content</i>	56
Lampiran 7.	Penentuan Persen Inhibisi	59
Lampiran 8.	Penentuan Nilai IC_{50}	61
Lampiran 9.	Dokumentasi	62

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Mangga merupakan salah satu buah tropis yang penting di dunia. Hal ini disebabkan oleh rasa, aroma, serta memiliki nilai nutrisi yang tinggi (Engels *et al.*, 2010). Buah mangga mengandung air, gula, serat, mineral, vitamin, dan antioksidan (Tharanathan *et al.*, 2006). Berdasarkan komposisi kimia, buah mangga digolongkan sebagai raja buah karena buah tersebut merupakan buah tropis terbesar kedua yang diperdagangkan dan lima terbesar diproduksi di dunia (FOASTAT, 2015). Produksi di dunia mengenai buah mangga sebesar 42 juta ton per tahun. India merupakan produsen terbesar di dunia dengan produksi 1,5 juta ton per tahun, diikuti China, Kenya, Thailand, Indonesia, dan Meksiko (FOASTAT, 2015). Indonesia memproduksi mangga sebesar 1,4 juta ton dengan luas panen 176.000 ha pada tahun 2005 dan sentra produksi mangga di Indonesia berada di wilayah Kabupaten Indramayu, Majalengka, Cirebon, Pemalang, Blora, Situbondo, Probolinggo, Pasuruan, Buleleng dan Karangasem (Kementerian Pertanian, 2007). Jenis mangga yang banyak ditanam di Indonesia berasal dari jenis *Mangifera indica* yaitu arum manis, golek, gedong, manalagi dan cengkir serta dari jenis *Mangifera foetida* yaitu kemang dan kweni. Masing-masing jenis mangga tersebut memiliki perbedaan karakteristik bentuk, aroma, ataupun rasa.

Buah mangga di Indonesia sebagian besar dikonsumsi secara langsung dalam bentuk buah segar. Jenis produk lain buah mangga yang dipasarkan yaitu buah kaleng, konsentrat, buah kering, jus, dan selai (Taylor *et al.*, 2013). Proses produksi tersebut mencapai 35 sampai 60% menghasilkan limbah (Shea *et al.*, 2012). Lebih dari satu juta ton biji buah mangga diproduksi sebagai limbah dan tidak dimanfaatkan untuk komersial apapun (Leanpolchareanchai *et al.*, 2014). Oleh karena itu, biji buah mangga menjadi masalah lingkungan.

Beberapa peneliti telah melaporkan bahwa biji buah mangga merupakan *biowaste* yang memiliki senyawa biokatif (senyawa fenolat, karetonoid, vitamin C, dan serat pangan) sehingga berguna bagi kesehatan (Jahurul *et al.*, 2015). Biji buah mangga juga dilaporkan memiliki aktivitas antikanker yang dapat melawan kanker payudara dan kolon (Kathleen, 2010) dan aktivitas antimikroba yang dapat melawan bakteri gram positif dan negatif (Khammuang dan Sarnthima, 2011). Aktivitas tersebut menunjukkan adanya aktivitas sebagai antioksidan yang tinggi. Senyawa antioksidan adalah senyawa turunan fenol atau polifenol (Soong and Barlow, 2004). Polifenol merupakan senyawa antioksidan paling melimpah dan merupakan fitokimia bioaktif yang paling dominan dalam bioaktivitas. Polifenol yang terdapat dalam biji buah mangga adalah senyawa turunan fenol seperti flavonoid dan tanin. Senyawa turunan fenol tersebut beraksi sebagai penangkap elektron dari spesies oksigen yang reaktif (Maisuthisakul and Gordon, 2009).

Beberapa penelitian telah dilakukan terhadap manfaat dari buah dan kulit mangga, tetapi penelitian tentang biji buah mangga masih terbatas, terutama biji buah mangga dari jenis mangga arum manis yang merupakan buah lokal Indonesia. Pemanfaatan dan penelitian tentang biji tersebut sebagai upaya konservasi dari kearifan buah lokal di Indonesia. Salah satu penelitian yang menggunakan biji buah mangga tentang energi terbarukan yaitu pembuatan bioetanol (Masturi *et al.*, 2017), ekstrak dari kernel biji, daun dan kulit buah mangga aktif melawan patogen, antioksidan (Barreto *et al.*, 2008; Kim, Lounds-Singleton *et al.*, 2009; Nithitanakool *et al.*, 2009; Ribeiro *et al.*, 2008; Soong *et al.*, 2006), antialergi (Rivera *et al.*, 2006), antitirozinase (Maisuthisakul *et al.*, 2009; Nithitanakool *et al.*, 2009), antikarsinogenik (Noratto *et al.*, 2010) dan menaikkan endotel migrasi sel (Daud *et al.*, 2010). Oleh karena itu, penelitian ini memanfaatkan kandungan lain biji buah mangga dengan cara mengekstraksi dengan variasi pelarut serta metode untuk mengetahui sifat fisik senyawa fenol dan flavonoid yang berpotensi sebagai senyawa antioksidan.

Penelitian lain (Dorta *et al.*, 2012; González *et al.*, 2010; Saito *et al.*, 2008) menggunakan satu metode dan pelarut dalam ekstraksi *Mangifera indica*.

Namun tidak banyak penelitian yang menggunakan mangga jenis arum manis. Oleh karena itu dalam penelitian ini mengetahui pengaruh pelarut ekstraksi terhadap kandungan senyawa flavonoid ekstrak biji buah mangga arum manis (*Mangifera indica* L.) dengan membandingkan pelarut etanol, metanol, dan *n*-heksana menggunakan metode ekstraksi maserasi. Penggunaan pelarut etanol, metanol, dan *n*-heksana karena ketiganya merupakan pelarut yang diizinkan untuk digunakan ekstraksi (BPOM, 2017). Kemudian, dipelajari pengaruh metode ekstraksi lain yaitu refluks dan sokletasi untuk menentukan kandungan senyawa fenol dan flavonoid dari biji buah mangga arum manis yang bertujuan untuk mencari metode paling efektif dalam memperoleh kandungan fenol dan flavonoid yang optimal. Keefektifan metode untuk menghasilkan senyawa fenol dan flavonoid dalam biji buah mangga arum manis diketahui melalui karakteristik fisik dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan spectrometer FTIR. Secara fisikokimia awalnya juga telah dilakukan uji fitokimia untuk mengetahui ada atau tidaknya senyawa flavonoid dalam biji buah mangga arum manis (Torres-León *et al.*, 2017). Kemudian, dilakukan uji *Total Phenol Content* (TPC) dengan menggunakan metode *Folin Ciocalteau* dan dilakukan uji *Total Flavonoid Content* (TFC) dengan menggunakan metode *Aluminium Chloride* ($AlCl_3$) dengan *Lambert Beer Law* melalui uji UV-Vis dan uji aktivitasnya sebagai senyawa antioksidan melalui uji aktivitas *scavenging* senyawa radikal bebas 1,1-*diphenyl-2-picrylhydrazyl* (DPPH).

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang, permasalahan yang akan diteliti adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana pengaruh pelarut yang digunakan untuk ekstraksi dalam memperoleh TPC dan TFC yang optimal dari ekstrak biji buah mangga arum manis?
2. Bagaimana pengaruh metode yang digunakan untuk ekstraksi dalam memperoleh TPC dan TFC yang optimal dari ekstrak biji buah mangga arum manis?

3. Bagaimana uji aktivitas antioksidan pada kandungan total fenol dan flavonoid yang optimal dari ekstrak biji buah mangga arum manis?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini antara lain:

1. Biji yang digunakan pada penelitian ini dari satu jenis buah mangga yaitu mangga arum manis.
2. Total flavonoid dapat diketahui dengan metode $AlCl_3$.
3. Total fenol dapat diketahui dengan metode *Folin Ciocalteau*.
4. Uji aktivitasnya sebagai antioksidan dilakukan dengan uji aktivitas *scavenging* senyawa radikal bebas 1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH) melalui nilai absorbansi dari Uv-Vis.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini antara lain:

1. Mengetahui pelarut yang dapat digunakan untuk ekstraksi biji buah mangga arum manis (*Mangifera indica L.*) untuk memperoleh TPC dan TFC yang optimal.
2. Mengetahui metode yang dapat digunakan untuk ekstraksi biji buah mangga arum manis (*Mangifera indica L.*) untuk memperoleh TPC dan TFC yang optimal.
3. Mendapatkan kandungan total fenol dan flavonoid dari biji buah mangga arum manis yang memiliki aktivitas tinggi sebagai antioksidan.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini antara lain:

1. Memberikan informasi tentang metode ekstraksi biji buah mangga arum manis sebagai salah satu bentuk pemanfaatan material *biowaste*.
2. Memberikan informasi tentang aktivitas senyawa flavonoid dari biji buah mangga arum manis sebagai antioksidan dalam rangka peningkatan nilai tambah material *biowaste* yang melimpah di Indonesia.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan skripsi dibagi menjadi tiga bagian utama, yaitu bagian pendahuluan skripsi, bagian isi skripsi, dan bagian akhir skripsi.

1. Bagian pendahuluan skripsi, terdiri dari halaman judul, abstrak, halaman pengesahan, motto dan persembahan, kata pengantar, daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, dan daftar lampiran.

Bagian isi skripsi, terdiri atas lima bab yang meliputi :

BAB 1. Pendahuluan, berisi latar belakang, rumusan permasalahan, batasan permasalahan, tujuan penelitian, manfaat penelitian, dan sistematika skripsi.

BAB 2. Kajian pustaka, berisi teori-teori pendukung penelitian.

BAB 3. Metodologi penelitian, berisi tempat pelaksanaan penelitian, alat dan bahan yang digunakan, langkah kerja, pengujian, dan karakterisasi yang dilakukan dalam penelitian.

BAB 4. Hasil penelitian dan pembahasan, dalam bab ini dibahas tentang hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan.

BAB 5. Penutup, yang berisi tentang simpulan hasil penelitian yang telah dilakukan serta saran-saran yang berkaitan dengan hasil penelitian.

2. Bagian akhir skripsi memuat referensi yang digunakan sebagai acuan dari penulisan skripsi dan lampiran-lampiran penelitian.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Material *Biowaste*

Material *biowaste* diproduksi oleh industri makanan setiap tahun di Uni Eropa yang jumlahnya mencapai 37.000 juta ton per tahun (Commission of the European Communities, 2008). Material tersebut hanya menjadi masalah lingkungan yang mengandung unsur nitrogen, fosfor, dan air sehingga membuat *biowaste* dapat mudah kontak dengan mikroorganisme serta dihasilkan air lindi (*leachate*) dan emisi gas berlebih. Hal tersebut merupakan masalah yang selalu muncul di tempat pembuangan akhir sampah (European union, 2008).

Salah satu material *biowaste* tersebut adalah biji buah mangga. Mangga (*Mangifera indica* L.) adalah salah satu buah tropis yang dijuluki sebagai raja buah karena banyak ditemukan dan dimanfaatkan di dunia. Produksi mangga di dunia meningkat dari 11 juta ton menjadi lebih dari 26 juta ton pada tahun 1961-2004. Mangga dapat dikonsumsi sebagai buah segar ataupun diolah menjadi berbagai macam produk seperti *puree*, *nectar*, *chutney*, *fruit slices*, *bar*, dan *powder*. Proses produksi tersebut dilakukan dengan cara kulit dan biji buah mangga dibersihkan dari daging buah mangganya yang mengakibatkan kulit dan biji buah mangga menjadi limbah.

Penelitian terbaru menunjukkan bahwa kulit dan biji buah mangga mengandung pektin, lemak, dan senyawa fenolat. Fraksi polifenol dari kulit dan biji menarik diteliti karena berpotensi menunjukkan bioaktivitas, misalnya, aktivitas antioksidan dan anti-inflamasi. Kulit dan biji buah mangga menunjukkan adanya aktivitas antioksidan (Ajila *et al.*, 2007; Maisuthisakul *et al.*, 2009; Soong *et al.*, 2006), karena kulit dan biji buah mangga mengandung senyawa bioaktif seperti senyawa fenolat (quercetin, quercetin-O-glikosida, isoquercetin, quercetin galaktosida, asam 3,4-dihidroksi acid, asam ellagat, mangiferin, isomangiferin, homomangiferin, asam mangiferin 3-C-6-O-p-hidroksi benzoat, xanthon), karotenoid, tokoferol (α -, γ -) dan sterols (β -sitosterol, Δ -avenasterol, campesterol, stigmasterol) (Ajila *et al.*, 2007; Ribeiro *et al.*, 2008)

2.2 Mangga Arum Manis (*Mangifera indica* L.)



Gambar 2.1 Buah Mangga Arum Manis

(Sumber: Data Primer)

Mangga merupakan salah satu jenis buah yang mempunyai sumber vitamin dan mineral di Indonesia (Kabiru *et al.*, 2013). Mangga dapat dikonsumsi sebagai buah segar ataupun diolah menjadi berbagai macam olahan makanan dan minuman, seperti sirup mangga, pudding mangga, maupun buah kaleng segar. Mangga termasuk salah satu jenis buah musiman yang menjadi komoditas andalan sektor pertanian dan dikonsumsi secara lokal di Indonesia. Terdapat berbagai varietas mangga yang tumbuh di Indonesia, antara lain *Mangifera indica* seperti arum manis, dodol, golek, madu, manalagi, cengkir, wangi, dan *Mangifera foetida* yaitu kemang dan kweni.

Indonesia adalah salah satu negara dengan keragaman varietas buah mangga tertinggi. Salah satu varietas buah mangga yang memiliki potensi ekspor tinggi adalah mangga arum manis karena varietas mangga ini tidak dihasilkan oleh negara penghasil dan pengekspor mangga dunia, seperti India, Meksiko, dan negara Amerika Latin lainnya. Selain itu, mangga arum manis memiliki keunggulan karena rasanya yang khas dengan tekstur lembut dan mengandung sedikit serat.

Mangga arum manis dan manalagi berasal dari daerah Jawa Timur. Kedua mangga tersebut memiliki perbedaan yaitu mangga arum manis dari Probolinggo

sedangkan mangga manalagi dari Situbondo. Mangga arum manis merupakan salah satu varietas unggul yang telah dilepas oleh Menteri Pertanian. Buahnya berbentuk jorong, sedikit berparuh, dan ujungnya meruncing. Pangkal buah berwarna merah keunguan, sedangkan bagian lainnya berwarna hijau kebiruan. Kulitnya tidak begitu tebal, berbintik-bintik kelenjar berwarna keputihan, dan ditutupi lapisan lilin. Daging buahnya tebal, berwarna kuning, lunak, tak berserat serta tidak begitu banyak mengandung air. Rasanya manis segar, tetapi pada bagian ujungnya terkadang terasa asam. Bijinya kecil, lonjong pipih, dan panjangnya antara 13-14 cm seperti Gambar 2.2. Panjang buahnya dapat mencapai 15 cm dengan berat rata-rata per buah 450 g seperti Gambar 2.1 serta produktivitasnya cukup tinggi mencapai 54 kg/pohon.

2.3 Biji Buah Mangga Arum Manis (*Mangifera indica* L.)



Gambar 2.2 Biji Buah Mangga Arum Manis

(Sumber: Data Primer)

Biji buah mangga mengandung 44% air, 6% protein, 12,8% lemak, 32,8% karbohidrat, dan 2% abu (Engels *et al.*, 2010). Beberapa penelitian menyebutkan bahwa perbedaan varietas akan didapatkan kandungan yang berbeda, seperti penelitian yang dilakukan oleh Okpala dan Gibson-Umeh (2013) membandingkan kandungan biji buah mangga varietas India dan Indochina didapatkan masing-masing mengandung 6% dan 4,95% protein, 5,09% dan 10,36% air, 11% dan 15% lemak, 74,4% dan 64,23% karbohidrat, 4,33% dan 2,47% serat, 8% dan 12% asam lemak, dan 1,20% dan 1,30% abu.

Oleh karena itu, kandungan nutrisi yang ada di biji buah mangga dapat dimanfaatkan secara tradisional maupun diolah secara modern. Biji buah mangga dikonsumsi sebagai pengobatan disentri dan asma di Fiji (Berardini *et al.*, 2004). Biji buah mangga digunakan pada kepala untuk menghilangkan ketombe dan diaplikasikan juga sebagai obat antidiare di India. Selain itu, serbuk biji buah mangga juga digunakan sebagai bahan makanan dan campuran pakan ternak (Kordylas, 1990), sedangkan ekstrak biji buah mangga digunakan sebagai *anthelmintic*, *aphrodisiac*, *laxatives*, dan *tonic*.

Penelitian lain juga menyebutkan adanya kandungan senyawa fenolat seperti flavonol dan xanthon (Schieber *et al.*, 2003) dan gallotannin (Berardini *et al.*, 2004; Engels *et al.*, 2010). Adanya kandungan senyawa tersebut membuat biji buah mangga berpotensi memiliki bioaktivitas seperti penelitian yang dilakukan oleh Scalbert (1991) yang melaporkan bahwa biji buah mangga memiliki aktivitas antibakteri. Ekstrak biji buah mangga juga menunjukkan aktivitas antioksidan melalui *scavenging* radikal bebas DPPH.

2.4 Ekstraksi

Salah satu cara untuk mendapatkan flavonoid dapat dilakukan dengan metode ekstraksi. Metode ekstraksi adalah suatu proses pemisahan suatu zat berdasarkan perbedaan kelarutannya terhadap dua cairan yang tidak saling larut. Pelarut yang dapat digunakan untuk ekstraksi yaitu air, metanol, etanol. Ekstraksi mempunyai dua macam pemisahan, yaitu ekstraksi padat-cair merupakan proses pemisahan cairan dari padatan dengan menggunakan cairan sebagai bahan pelarutnya dan ekstraksi cair-cair merupakan proses pemisahan cairan dari suatu larutan dengan menggunakan cairan sebagai bahan pelarutnya (Wu, 2009). Ada beberapa macam metode ekstraksi yang dapat digunakan yaitu sebagai berikut:

2.4.1 Maserasi

Proses ekstraksi dengan teknik maserasi dilakukan dengan merendam sampel pada suhu ruang. Kelebihan dari metode ekstraksi ini yaitu mudah dan tidak perlu pemanasan sehingga kecil kemungkinan bahan alam menjadi rusak atau terurai.

Pengerjaan metode maserasi yang lama dan keadaan diam selama maserasi memungkinkan banyak senyawa yang akan terekstraksi (Susanty, 2016). Karena tanpa pemanasan metode maserasi membutuhkan waktu yang lebih lama daripada metode ekstraksi yang lainnya.

2.4.2 Refluks

Proses ekstraksi lainnya dilakukan dengan cara pemanasan yaitu refluks. Refluks merupakan ekstraksi dengan pelarut pada temperatur titik didihnya, selama waktu tertentu dengan jumlah pelarut terbatas yang relatif konstan dan adanya pendinginan balik melalui kondensor. Ekstraksi dapat berlangsung dengan efisien dan senyawa dalam sampel secara lebih efektif dapat ditarik oleh pelarut (Susanty, 2016)

2.4.3 Sokletasi

Proses ekstraksi dengan cara pemanasan lainnya yaitu sokletasi. Sokletasi merupakan proses ekstraksi dengan menggunakan pelarut yang selalu baru dengan menggunakan soklet. Ekstraksi terjadi secara kontinu, dengan jumlah pelarut yang relatif konstan.

2.5 Fenol

Senyawa fenolik memainkan peran penting dalam warna dan rasa makanan dan minuman, dan konsumsi teratur terkait dengan efek menguntungkan bagi kesehatan manusia (Haslam, 1998). Beberapa Senyawa fenolik yang terkandung dalam mangga adalah antioksidan, berkontribusi untuk pengurangan risiko penyakit kardiovaskular, sementara yang lain seperti asam galat dan quercetin diklaim memiliki aktivitas melawan alergi, peradangan, hipertensi, radang sendi, dan karsinogenesis (Borbala *et al.*, 2003; Ferna´ndez-Pacho´n *et al.*, 2004; Barreto *et al.*, 2008)

Sifat-sifat kimia dari senyawa fenol adalah sama, akan tetapi dari segi biogenetik senyawa-senyawa ini dapat dibedakan atas dua jenis utama, yaitu:

- a. Senyawa fenol yang berasal dari asam shikimat atau jalur shikimat,
- b. Senyawa fenol yang berasal dari jalur asetat-malonat,

- c. Ada juga senyawa-senyawa fenol yang berasal dari kombinasi antara keduanya yaitu senyawa-senyawa flavonoida.

2.6 Flavonoid

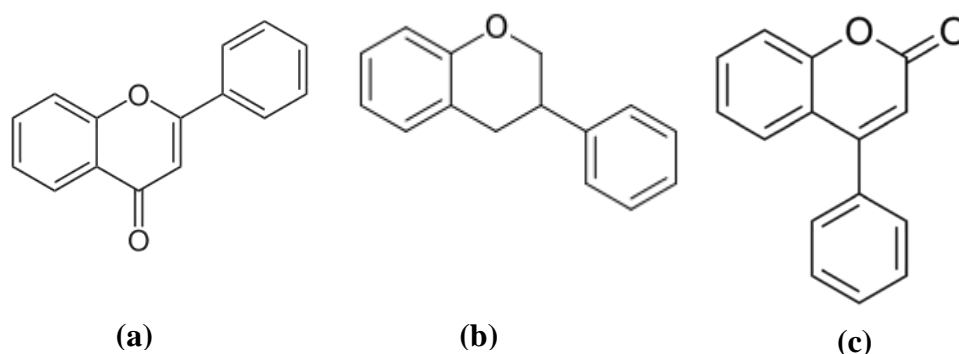
Flavonoid merupakan pigmen berwarna yang terdapat pada tumbuhan, seperti antosianin sebagai penyusun warna biru, violet, dan merah. Flavon dan flavonol penyusun warna kuning redup. Kalkon dan auron penyusun warna kuning terang. Isoflavon, flavonol merupakan senyawa tak berwarna. Kandungan flavonoid yaitu sistem aromatik yang terkonjugasi. Maka dari itu, pada flavonoid menunjukkan adanya pita serapan yang kuat pada daerah spektrum UV-Vis. Flavonoid merupakan senyawa yang dapat terlarut dalam air. Mereka dapat diekstraksi dengan etanol 70% dan tetap ada dalam lapisan air setelah ekstrak ini dikocok dengan eter (Harborne, 1987).

Flavonoid adalah salah satu turunan fenol pada tumbuhan yang dapat dikonsumsi manusia melalui sayuran, buah-buahan, sereal, rempah-rempah, dan produk nabati lainnya. Ilmu epidemiologis menunjukkan bahwa semakin tinggi asupan makanan dan minuman yang mengandung flavonoid berkaitan dengan hasil kognitif yang lebih baik pada usia di atas 65 tahun (Letenneur *et al.*, 2007; Nurk *et al.*, 2009), dan mengurangi risiko demensia (Commenges *et al.*, 2000), serta memahami mekanisme flavonoid sangatlah berharga karena memberikan pengaruh besar terhadap fungsi kognitif dalam mengembangkan pedoman nutrisi atau sebagai desain terapi untuk mempromosikan penuaan yang sehat (Gage *et al.*, 2017).

Flavonoid terdiri dari 15 atom karbon yang biasanya tersebar di dunia tumbuhan. Lebih dari 2000 flavonoid yang berasal dari tumbuhan telah diidentifikasi, namun terdapat tiga kelompok yang umum dipelajari, yaitu antosianin, flavonol, dan flavon (Artanti, 2006). Antosianin (dari bahasa Yunani *anthos* berarti bunga dan *kyanos* berarti biru-tua) adalah pigmen berwarna yang biasanya terdapat pada bunga berwarna merah, ungu, dan biru. Pigmen ini juga dapat ditemukan di berbagai bagian tumbuhan lain misalnya, buah tertentu, batang, daun, dan bahkan akar. Flavonoid sering ditemukan di sel epidermis.

Sebagian besar flavonoid tersimpan di vakuola sel tumbuhan meskipun tempat sintesisnya ada di luar vakuola (Adfa, 2007).

Senyawa flavonoid termasuk senyawa fenol yang merupakan benzena tersubstitusi dengan gugus hidroksil ($-OH$). Senyawa flavonoid adalah suatu kelompok fenol terbesar yang ditemukan di alam yaitu pada tumbuhan. Zat ini biasanya berwarna merah, ungu, dan biru namun ada juga yang berwarna kuning. Jika dilihat dari struktur dasarnya flavonoid terdiri dari dua cincin benzen yang terikat dengan 3 atom karbon (propana). Kerangka flavonoid dibagi menjadi 3 struktur dasar yaitu flavonoid, isoflavonoid, dan neoflavonoid. Berikut adalah struktur flavonoid:



Gambar 2.3 (a) Struktur Molekuler dari Rangka Flavonoid (2-Fenil-1,4 Benzopiron). (B) Struktur Isoflavonoid. (C) Struktur Neoflavonoid (Sumber: Kumar, 2013)

2.7 Total Phenol Content (TPC)

Total phenol content merupakan jumlah total senyawa fenol dari suatu sampel. *Total phenol content* dapat diperoleh dengan mengetahui konsentrasi sampel menggunakan hukum *Lambert Beer*. Hukum *Lambert Beer* menyatakan bahwa jumlah radiasi cahaya tampak, ultraviolet dan cahaya lain yang diserap atau transmisikan oleh suatu larutan merupakan fungsi eksponen dari konsentrasi zat dan tebal larutan. Konsentrasi diperoleh dari standar asam galat melalui hasil pengujian spektrofotometer UV-Vis. Hasil konsentrasi dan absorbansi dari

spekrofotometer UV-Vis membentuk persamaan regresi linear yang digunakan untuk menentukan TPC.

2.8 Total Flavonoid Content (TFC)

Total flavonoid content merupakan jumlah total senyawa flavonoid dari suatu sampel. *Total flavonoid content* dapat diperoleh dengan mengetahui konsentrasi sampel menggunakan hukum *Lambert Beer*. Hukum *Lambert Beer* menyatakan bahwa jumlah radiasi cahaya tampak, ultraviolet dan cahaya lain yang diserap atau transmisikan oleh suatu larutan merupakan fungsi eksponen dari konsentrasi zat dan tebal larutan. Konsentrasi diperoleh dari kurva standar kuarsetin melalui hasil pengujian UV-Vis. Hasil konsentrasi dan absorbansi dari UV-Vis membentuk persamaan regresi linear yang digunakan untuk menentukan TFC.

2.9 Antioksidan

Antioksidan adalah zat yang dapat menunda atau mencegah proses oksidasi suatu bahan yang disebabkan oleh spesies oksigen reaktif (Ajila *et al.*, 2007; Nurliyana *et al.*, 2010). Sumber antioksidan dari bahan alami dapat kita peroleh pada tumbuhan karena secara alami tumbuhan mengandung senyawa antioksidan. Mengetahui pengaruh aktivitas antioksidan dari sumber antioksidan seperti pada tanaman, cairan tubuh atau pada suatu jaringan penting dilakukan untuk pemanfaatannya (Biesalski *et al.*, 2009). Adanya perbedaan mekanisme dan titik kerja antioksidan dalam memerangi radikal bebas maka tidak memungkinkan suatu metode yang mengukur secara keseluruhan aktivitas semua senyawa antioksidatif dalam suatu sampel.

Beberapa metode pengukuran aktivitas antioksidan diantaranya adalah peredaman radikal bebas DPPH, peredaman radikal hidroksil, metode kekuatan reduksi, total kekuatan antioksidan, hingga metode yang banyak menghabiskan waktu dan biaya yaitu *chemiluminescence*.

Prinsip utama aktivitas antioksidan adalah ketersediaan elektron untuk menetralkan radikal bebas apapun. Radikal bebas yang dihasilkan selama proses oksidasi sangat reaktif dan berpotensi merusak spesies kimia sementara. Senyawa

antioksidan yang paling melimpah dalam buah-buahan tropis adalah karotenoid, fenolat, dan betalain (Park *et al.*, 2008).

Aktivitas antioksidan sampel ditentukan oleh besarnya hambatan serapan radikal DPPH melalui perhitungan persentase inhibisi serapan DPPH sesuai Persamaan 2.1:

$$\%inhibisi = \frac{\text{serapan kontrol} - \text{serapan sampel}}{\text{serapan kontrol}} \times 100\% \dots\dots\dots(2.1)$$

Parameter lain yang digunakan untuk mengukur aktivitas antioksidan adalah IC₅₀ sesuai Tabel 2.1

Tabel 2.1 Parameter Pengukuran Aktivitas Antioksidan

Parameter	Keterangan
IC ₅₀ < 50 µg/ml	Sangat kuat
50 - 100 µg/ml	Kuat
100 - 150 µg/ml	Sedang
150 - 200 µg/ml	Lemah

IC₅₀ merupakan bilangan yang menunjukkan konsentrasi ekstrak yang mampu menghambat aktivitas suatu radikal bebas sebesar 50%. Semakin kecil nilai IC₅₀ berarti menunjukkan aktivitas antioksidan yang semakin tinggi. Suatu ekstrak dikatakan memiliki antioksidan sangat kuat apabila nilai IC₅₀ kurang dari 50 µg/ml, kuat apabila nilai IC₅₀ antara 50-100 µg/ml, sedang apabila nilai IC₅₀ berkisar antara 100-150 µg/ml, dan lemah apabila nilai IC₅₀ berkisar antara 150-200 µg/ml (Putri *et al.*, 2013).

BAB V

SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa pelarut dan metode yang menghasilkan TPC dan TFC paling optimal yaitu metode refluks dengan pelarut etanol. Hal ini karena waktu yang digunakan lebih singkat yaitu 6 jam namun dapat memperoleh TPC dan TFC yang tidak jauh berbeda dengan metode maserasi yang membutuhkan waktu lebih lama yaitu 24 jam. Kemudian, kandungan TPC yang optimal diperoleh dari hasil ekstrak dengan metode refluks dari pelarut etanol sebesar 183,33 mgGAE/g sampel, sedangkan kandungan TFC yang optimal diperoleh dari ekstrak biji buah mangga metode refluks dengan pelarut etanol sebesar 152,4 mgQE/g sampel dengan aktivitas antioksidannya yang sangat kuat dengan IC_{50} sebesar 45,85 μ g/mL.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang isolasi senyawa flavonoid untuk mengidentifikasi dan memisahkan senyawa flavonoid dari senyawa-senyawa lain agar aktivitas antioksidannya lebih tinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Agatonovic-Kustrin, Snezana. 2013. "The Use of Fourier Transform Infrared (FTIR) Spectroscopy and Artificial Neural Networks (ANNs) to Assess Wine Quality." *Modern Chemistry & Applications* 01(04):1–8.
- Ajila, C. M., S. G. Bhat, and U. J. S. Prasada Rao. 2007. "Food Chemistry Valuable Components of Raw and Ripe Peels from Two Indian Mango Varieties." 102:1006–11.
- Ashokkumar, R. and M. Ramaswamy. 2014. "Phytochemical Screening by FTIR Spectroscopic Analysis of Leaf Extracts of Selected Indian Medicinal Plants." *Int.J.Curr.Microbiol.App.Sci* 3(1):395–406.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. 2017. Keputusan Kepala Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia Nomor HK.04.02.42.421.12.17.1673 tahun 2017 tentang Pelarut yang Diizinkan Digunakan dalam Proses Ekstraksi/Fraksinasi Tumbuhan dalam Produk Obat Bahan Alam dan Suplemen Kesehatan beserta Batasan Residunya. Jakarta: BPOM.
- Barreto, J. Acqueline C. B., M. Aria T. S. T. Revisan, W. Iliam E. H. Ull, B. Ertold S. Piegelhalder, and R. Obert W. O. Wen. 2008. "Characterization and Quantitation of Polyphenolic Compounds in Bark, Kernel, Leaves, and Peel of Mango (*Mangifera Indica* L.) - Journal of Agricultural and Food Chemistry (ACS Publications)." *Journal Agricultural and Food Chemistry* 5599–5610.
- Berardini, Nicolai, Reinhold Carle, and Andreas Schieber. 2004. "Characterization of Gallotannins and Benzophenone Derivatives from Mango (*Mangifera Indica* L. Cv. 'Tommy Atkins') Peels, Pulp and Kernels by High-Performance Liquid Chromatography/Electrospray Ionization Mass Spectrometry." *Rapid Communications in Mass Spectrometry* 18(19):2208–16.
- Biesalski, Hans Konrad, Lars Ove Dragsted, Ibrahim Elmadfa, Rolf Grossklaus, Michael Müller, Dieter Schrenk, Paul Walter, and Peter Weber. 2009. "Bioactive Compounds: Definition and Assessment of Activity." *Nutrition* 25(11–12):1202–5.
- Borbala'n, A. M. A.; Zorro, L.; Guille'n, D. A.; Barroso, C. G. 2013. Study of the polyphenol content of red and white grape varieties by liquid chromatography-mass spectrometry and its relationship to antioxidant power. *J. Chromatogr. A* 1012, 31–38.
- Commission of the European Communities. (2008). *Green paper: On The Management of Bio-Waste in the European 100 Union SEC (2008) 2936*. COM (2008) 811 final. Brussels: Commission of the European Communities.
- Daud, Noor Huda, Cho Sanda Aung, Amitha K. Hewavitharana, Ashley S. Wilkinson, Jean

- Thomas Pierson, Sarah J. Roberts-Thomson, P. Nicholas Shaw, Gregory R. Monteith, Michael J. Gidley, and Marie Odile Parat. 2010. "Mango Extracts and the Mango Component Mangiferin Promote Endothelial Cell Migration." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58(8):5181–86.
- Dorta, Eva, M. Gloria Lobo, and Monica Gonzalez. 2012. "Reutilization of Mango Byproducts: Study of the Effect of Extraction Solvent and Temperature on Their Antioxidant Properties." *Journal of Food Science* 77(1):80–88.
- Engels, Christina, Michael G. Gänzle, and Andreas Schieber. 2010. "Fractionation of Gallotannins from Mango (*Mangifera Indica* L.) Kernels by High-Speed Counter-Current Chromatography and Determination of Their Antibacterial Activity." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58(2):775–80.
- Ergina, Siti Nuryanti, dan Indarini Dwi Pursitasari. 2014. "Uji Kualitatif senyawa Metabolit Sekunder Pada Daun Palado (*Agave angustifolia*) yang Diekstraksi dengan Pelarut Air dan Etanol-Jurnal Akad Kim". *Jurnal Akademi Kimia*, 03(03):165-172.
- European Union. (2008). Directive 2008/98/EC of the European Parliament and of The Council of 19 November 2008 on Waste and Repealing Certain Directives. *Official Journal of the European Union*, L312/3.
- Fernández-Pachón, M. S.; Villanõ, D.; Garcí'a-Parrilla, M. C.; Troncoso, A. M. 2004. Antioxidant activity of wines and relation with their polyphenolic composition. *Anal. Chim. Acta*, 513:113– 118.
- FOASTAT. (2015). FAO. Retrieved from <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>
- Gage, F.H., Parylak S.L., Jaeger B.N.. 2017. Mechanisms of dietary flavonoid action in neuronal function and neuroinflammation. *Molecular Aspects of Medicine* xxx (2017) 1-13.
- González, Mónica and Venerando González. 2010. "Sample Preparation of Tropical and Subtropical Fruit Biowastes to Determine Antioxidant Phytochemicals." *Analytical Methods* 2(12):1842–66.
- Haslam, E. *Practical Polyphenolics: From Structure to Molecular Recognition and Physiological Action*; Cambridge University. Press: Cambridge, 1998.
- Jahurul, M. H. A., I. S. M. Zaidul, Kashif Ghafoor, Fahad Y. Al-Juhaimi, Kar Lin Nyam, N. A. N. Norulaini, F. Sahena, and A. K. Mohd Omar. 2015. "Mango (*Mangifera Indica* L.) by-Products and Their Valuable Components: A Review." *Food Chemistry* 183:173–80.
- Kabiru, Aremu Ademola, Adedokun Adetayo Joshua, and Abdulganiy Olayinka Raji. 2013. "Drying Kinetics of Mango (*Mangifera Indica*)." *International Journal of Research and Reviews in Applied Sciences* 15(April):41–50.

- Kathleen, P. (2010). Mango Fruit Been Found to Prevent or Stop Certain Colon and Breast Cancer Cells in The Lab. *ScienceDaily*, 12 (1).
- Kementerian Pertanian, (2007). *Mentan panen mangga dan anggur di Probolinggo*. Direktorat Budidaya Tanaman Buah. <http://www.hortikultura.deptan.go.id> (12 April 2016).
- Khammuang, S., & Sarnthima, R. (2011). Antioxidant and Antibacterial Activities of Selected Varieties of Thai Mango Seed Extract. *Pakistan Journal Pharm Sci.*, 24(1): 37–42.
- Kim, Youngmok, Angela J. Lounds-Singleton, and Stephen T. Talcott. 2009. “Antioxidant Phytochemical and Quality Changes Associated with Hot Water Immersion Treatment of Mangoes (*Mangifera Indica* L.)” *Food Chemistry* 115(3):989–93.
- Leanpolchareanchai, Jiraporn, Karine Padois, Françoise Falson, Rapepol Bavovada, and Pimolpan Pithayanukul. 2014. “Microemulsion System for Topical Delivery of Thai Mango Seed Kernel Extract: Development, Physicochemical Characterisation and Ex Vivo Skin Permeation Studies.” *Molecules* 19(11):17107–29.
- Lisdawati, Vivi and L. Broto S. Kardono. 2006. "Aktivitas Antioksidan dari Berbagai Fraksi Ekstrak Daging Buah dan Kulit Biji Mahkota Dewa (*Phaleria macrocarpa*)". *Media Litbang Kesehatan* 16(4):1-7.
- Lung, Jackie Kang Sing and Dika Pramita Destiani. 2017. “Uji Aktivitas Antioksidan Vitamin A, C, E dengan Metode DPPH”: Departemen Farmakologi dan Farmasi Klinik, Fakultas Farmasi Universitas Padjajaran. *Suplemen* 19(11):53-62.
- Maisuthisakul, Pitchaon and Michael H. Gordon. 2009. “Antioxidant and Tyrosinase Inhibitory Activity of Mango Seed Kernel by Product.” *Food Chemistry* 117(2):332–41.
- Masturi, Amelia Cristina, Nurul Istiana, and Pratiwi Dwijananti. 2017. “Ethanol Production from Fermentation of Arum Manis Mango Seeds (*Mangifera Indica* L .) Using *Saccharomyces Cerevisiae*.” *Jurnal Bahan Alam Terbarukan* 6(1):56–60.
- Nithitanakool, Saruth, Pimolpan Pithayanukul, and Rapepol Bavovada. 2009. “Antioxidant and Hepatoprotective Activities of Thai Mango Seed Kernel Extract.” *Planta Medica* 75(10):1118–23.
- Nithitanakool, Saruth, Pimolpan Pithayanukul, Rapepol Bavovada, and Patchreenart Sarpapakorn. 2009. “Molecular Docking Studies and Anti-Tyrosinase Activity of Thai Mango Seed Kernel Extract.” *Molecules* 14(1):257–65.
- Noh, C. H. C., N. F. M. Azmin, A. Amid, and A. L. Asnawi. 2017. “Algorithm for Rapid Identification of Flavonoids Classes.” *International Food Research Journal* 24(December):410–15.

- Noratto, Giuliana D., Michele C. Bertoldi, Kimberley Krenek, Stephen T. Talcott, Paulo C. Stringheta, and Susanne U. Mertens-Talcott. 2010. "Anticarcinogenic Effects of Polyphenolics from Mango (*Mangifera Indica*) Varieties." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 58(7):4104–12.
- Nurk, E., Refsum, H., Drevon, C.A., Tell, G.S., Nygaard, H.A., Engedal, K., Smith, A.D., 2009. Intake of flavonoid-rich wine, tea, and chocolate by elderly men and women is associated with better cognitive test performance. *J. Nutr.* 139 (1), 120-127
- Nurliyana, R., Syed Z. I., Mustapha S. K., Aisyah, M. R., dan Kamarul R. K. 2010. "Antioxidant Study of Pulp and Peel Dragon Fruits: A Comparative Study. *Int. Food. Res.*" 17:365–75.
- Park, Yong-seo, Soon-teck Jung, Seong-gook Kang, and Buk Gu. 2008. "Food Chemistry Antioxidants and Proteins in Ethylene-Treated Kiwifruits." 107:640–48.
- Putri, Ika Juniawati, Fauziyah Elfita, and Waktu Tempat. 2013. "Aktivitas Antioksidan Daun Dan Biji Buah Nipah (*Nypa Fruticans*) Asal Pesisir Banyuasin Sumatera Selatan Dengan Metode DPPH." 5(1):16–21.
- Ribeiro, S. M. R., L. C. A. Barbosa, J. H. Queiroz, M. Knödler, and A. Schieber. 2008. "Phenolic Compounds and Antioxidant Capacity of Brazilian Mango (*Mangifera Indica* L.) Varieties." *Food Chemistry* 110(3):620–26.
- Rivera, Dagmar García, Ivones Hernández Balmaseda, Alina Álvarez León, Belkis Cancio Hernández, Lucía Márquez Montiel, Gabino Garrido Garrido, René Delgado Hernández, and Salvatore Cuzzocrea. 2006. " Anti-Allergic Properties of *Mangifera Indica* L. Extract (Vimang) and Contribution of Its Glucosylxanthone Mangiferin ." *Journal of Pharmacy and Pharmacology* 58(3):385–92.
- Saito, Keita, Masahiro Kohno, Fumihiko Yoshizaki, and Yoshimi Niwano. 2008. "Extensive Screening for Edible Herbal Extracts with Potent Scavenging Activity against Superoxide Anions." *Plant Foods for Human Nutrition* 63(2):65–70.
- Saleh, N. A. M.; El-Ansari, M. A. I. Polyphenolics of twenty local varieties of *Mangifera indica*. *Planta Med.* 1975, 28: 124–131.
- Savitri, Irena, Lutfi Suhendra, and Ni Made Wartini. 2017. "Pengaruh Jenis Pelarut pada Metode Maserasi terhadap Karakteristik Ekstrak Sargassum Polycystum." *Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri* 5(3):93–101.
- Scalbert, A. 1991. Antimicrobial Properties of Tannins. *Phytochemistry*. 30: 3875–3883
- Schieber, A., Berardini, N., & Carle, R. (2003). Identification of Flavonol and Xanthone Glycosides from Mango (*Mangifera indica* L. cv. "Tommy Atkins") by High-Performance Liquid Chromatography-Electrospray Ionization Mass Spectrometry. *J. Agric. Food Chem.* 51: 5006–5011

- Senthilkumar, S. R., T. Sivakumar, K. T. Arulmozhi, and N. Mythili. 2017. "FT-IR IR Analysis and Correlation Studies on the Antioxidant Activity , Total Phenolics and Total Flavonoids of Indian Commercial Teas (Camellia Sinensis L .) - A Novel Approach." *International Research Journal of International Science Community Association International Research Journal of Biological Sciences Int. Res. J. Biological Sci* 6(3):1–7.
- Shea, Norah O., Elke K. Arendt, and Eimear Gallagher. 2012. "Dietary Fi Bre and Phytochemical Characteristics of Fruit and Vegetable By-Products and Their Recent Applications as Novel Ingredients in Food Products." *Innovative Food Science and Emerging Technologies* 16:1–10.
- Simaremare, Eva Susanty. 2014. "Skrining Fitokimia Ekstrak Etanol Daun Gatal (*Laportea decumana* (Roxb) Wedd) – Jurnal Pharmacy". *Jurnal Pharmacy*, 11(01):98-107.
- Singh, Ranjana and Vijay D. Mendhulkar. 2015. "FTIR Studies and Spectrophotometric Analysis of Natural Antioxidants, Polyphenols and Flavonoids in Abutilon Indicum (Linn) Sweet Leaf Extract." *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research* 7(6):205–11.
- Soong, Yean Yean and Philip J. Barlow. 2004. "Antioxidant Activity and Phenolic Content of Selected Fruit Seeds." *Food Chemistry* 88(3):411–17.
- Soong, Yean Yean and Philip J. Barlow. 2006. "Quantification of Gallic Acid and Ellagic Acid from Longan (*Dimocarpus Longan* Lour.) Seed and Mango (*Mangifera Indica* L.) Kernel and Their Effects on Antioxidant Activity." *Food Chemistry* 97(3):524–30.
- Susanty, Fairus Bachmid. 2016. "Perbandingan Metode Ekstraksi Maserasi Dan Refluks Terhadap Kadar Fenolik Dari Ekstrak Tongkol Jagung (*Zea Mays* L.)." *Konversi* 5(2):87–93.
- Taylor, Publisher and Martin Masibo. n.d. "Mango Bioactive Compounds and Related Nutraceutical Properties — A Review Mango Bioactive Compounds and Related Nutraceutical Properties — A Review." (June 2013):37–41.
- Tharanathan, R. N., H. M. Yashoda, and T. N. Prabha. 2006. *Mango (Mangifera Indica L.), "the King of Fruits" - An Overview*. Vol. 22.
- Torres-León, Cristian, Romeo Rojas, Liliana Serna-Cock, Ruth Belmares-Cerda, and Cristóbal Noé Aguilar. 2017. "Extraction of Antioxidants from Mango Seed Kernel: Optimization Assisted by Microwave." *Food and Bioproducts Processing* 105:188–96.
- Trifunski, Svetlana, Melania Florina Munteanu, Vlad Agotici, Simona Pinte, and Ramona Gligor. 2015a. "Determination of Flavonoid and Polyphenol Compounds in *Viscum Album* and *Allium Sativum* Extracts." *International Current Pharmaceutical Journal* 4(5):382–85.