

**UJI PENGHAMBATAN AKTIVITAS ALFA GLUKOSIDASE
MENGGUNAKAN ANTOSIANIN UBI JALAR UNGU DAN PRODUK
OLAHANNYA YANG DIEKSTRAK MENGGUNAKAN LARUTAN ASAM**

(Skripsi)

Oleh
DANITA APRISIA



**UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

ABSTRACT

THE INHIBITION OF ALPHA-GLUCOSIDASE ACTIVITY USING ACIDIC EXTRACT OF PURPLE SWEET POTATO AND PROCESSED PRODUCTS ANTHOCYANIN

By

Danita Aprisia

Diabetes Melitus type II is a disorder of the insulin system due to the onset of insulin resistance characterized by hiperglycemia. One effort to decrease blood glucose levels in the people suffer from diabetic is to use alpha-glucosidase enzyme inhibitor. Purple sweet potato is one of potential plant materials which could be used as an anti diabetic medicine. The purpose of this research was to find out the capabilities of the anthocyanin extract from processed products of purple sweet potato in inhibiting the activity of alpha-glucosidase enzyme. The inhibition test of alpha glukosidase enzyme activity was carried out in vitro using spectrophotometry method. The results showed inhibition of alpha-glucosidase enzyme activity by anthocyanin extracted using acid solution on the treatment of resistant starch rich-purple sweet potato (TP) of 65,59% , puple sweet potato chips (KU) of 44,73%, fresh purple sweet potato (US) of 41,73%,

pre-heated purple sweet potato flour (TG) of 39,91%, and purple sweet potato flour (TU) of 37,61%.

Key words: *alpha-glucosidase, anthocyanin, diabetes melitus, purple sweet potato.*

ABSTRAK

UJI PENGHAMBATAN AKTIVITAS ALFA-GLUKOSIDASE MENGGUNAKAN ANTOSIANIN UBI JALAR UNGU DAN PRODUK OLAHANNYA YANG DIEKSTRAK MENGGUNAKAN LARUTAN ASAM

Oleh

Danita Aprisia

Diabetes Melitus tipe II merupakan kelainan sistem insulin akibat terjadinya resistensi insulin yang ditandai dengan hiperglikemia. Salah satu mekanisme menurunkan kadar gula darah pada penderita diabetes adalah dengan penggunaan obat golongan penghambat enzim alfa-glukosidase. Ubi jalar ungu merupakan salah satu bahan tanaman yang berpotensi sebagai obat antidiabetes. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan ekstrak antosianin dari ubi jalar ungu dan produk olahannya dalam menghambat aktivitas enzim alfa-glukosidase. Pengujian penghambatan aktivitas enzim alfa-glukosidase dilakukan secara *in vitro* dengan menggunakan metode spektrofotometri. Hasil penelitian menunjukkan penghambatan aktivitas enzim alfa-glukosidase oleh antosianin yang diekstrak menggunakan larutan asam pada perlakuan tepung ubi jalar ungu kaya pati resisten (TP) sebesar 65,59%, keripik ubi jalar ungu (KU) sebesar

44,73%, ubi jalar ungu segar (US) sebesar 41,73%, tepung ubi jalar ungu tergelatinisasi parsial (TG) sebesar 39,91%, dan tepung ubi jalar (TU) sebesar 37,61%.

Kata kunci : *alfa-glukosidase, antosianin, diabetes melitus, ubi jalar ungu*

**UJI PENGHAMBATAN AKTIVITAS ALFA GLUKOSIDASE
MENGGUNAKAN ANTOSIANIN UBI JALAR UNGU DAN PRODUK
OLAHANNYA YANG DIEKSTRAK MENGGUNAKAN LARUTAN ASAM**

Oleh
DANITA APRISIA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNOLOGI PERTANIAN**

Pada
Jurusan Teknologi Hasil Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

Judul Skripsi : UJI PENGHAMBATAN AKTIVITAS ALFA GLUKOSIDASE MENGGUNAKAN ANTOSIANIN UBI JALAR UNGU DAN PRODUK OLAHANNYA YANG DIEKSTRAK MENGGUNAKAN LARUTAN ASAM

Nama Mahasiswa : Danita Aprisia

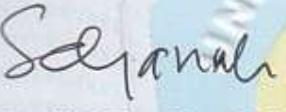
Nomor Pokok Mahasiswa : 1314051009

Program Studi : Teknologi Hasil Pertanian

Fakultas : Pertanian

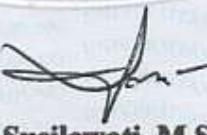
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc.
NIP. 196207201986032001


Prof. Ir. Neti Yuliana, M.Si., Ph.D.
NIP. 196507251992032002

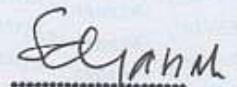
2. Ketua Program Studi Teknologi Hasil Pertanian


Ir. Susilawati, M.Si.
NIP. 196108061987022001

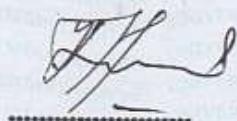
MENGESAHKAN

1. Tim Pengaji

Ketua : Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc.

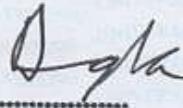


Sekretaris : Prof. Ir. Neti Yuliana, M.Si., Ph.D.

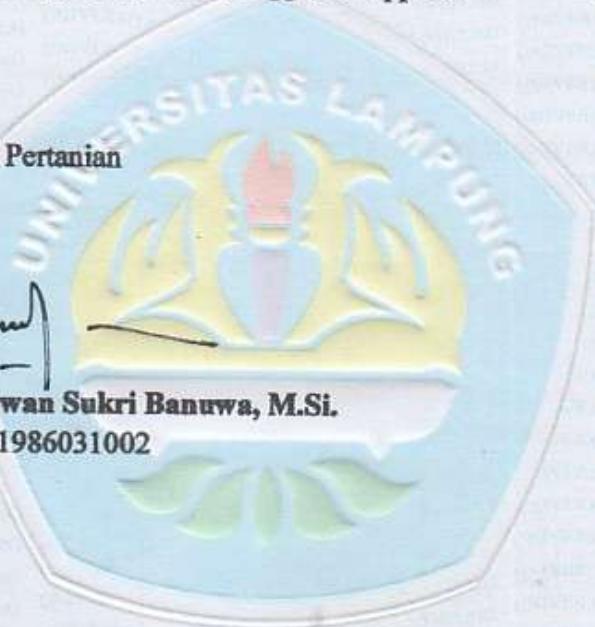


Pengaji

Bukan Pembimbing: Drs. Azhari Rangga, M.App.Sc.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si.
NIP. 196110201986031002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 6 November 2017

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya adalah Danita Aprisia NPM 1314051009

Dengan ini menyatakan bahwa apa yang tertulis dalam karya ini adalah hasil kerja saya sendiri yang berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini tidak berisi material yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, November 2017
Pembuat pernyataan,



Danita Aprisia
NPM. 1314051009

RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Bandar Lampung pada tanggal 2 April 1995, merupakan anak kedua dari tiga bersaudara, pasangan Bapak Mardani dan Ibu Sri Yulinar. Penulis menyelesaikan pendidikan taman kanak-kanak di TK Amarta Tani H.K.T.I pada tahun 2001, kemudian melanjutkan pendidikan di Sekolah Dasar Negeri (SDN) 2 Kampung Baru dan lulus pada tahun 2007. Penulis melanjutkan pendidikan di Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 19 Bandar Lampung, kemudian pada tahun 2010 melanjutkan pendidikannya ke Sekolah Menengah Atas Negeri (SMAN) 5 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2013. Setelah menyelesaikan pendidikan SMA, penulis diterima sebagai mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung pada tahun 2013 melalui jalur undangan Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN).

Selama berada dibangku perkuliahan, penulis pernah menjadi asisten dosen dibeberapa mata kuliah yaitu mata kuliah Fisiologi Pascapanen pada tahun ajaran 2015/2016, mata kuliah Rancangan Percobaan pada tahun ajaran 2015/2016 dan 2016/2017, dan mata kuliah Teknologi Pati dan Gula pada tahun ajaran 2016/2017. Penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada bulan Januari-Maret 2016 di Desa Sriwijaya, Kecamatan Tanjung Raya, Kabupaten Mesuji dengan tema “Implementasi Keilmuan dan Teknologi Tepat Guna dalam Pemberdayaan Masyarakat dan Pembentukan Karakter Bangsa melalui Penguatan

Fungsi Keluarga (POSDAYA)”. Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) pada bulan Agustus 2016 di Rumah Produksi Tahu Susu Lembang, Bandung, Jawa Barat dengan tema “Persiapan Bahan Baku dan Proses Produksi”.

SANWACANA

Puji dan syukur Penulis hantarkan kepada Allah SWT atas segala rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Selama pelaksanaan penelitian dan proses penulisan skripsi, telah banyak pihak yang memberikan bantuan, bimbingan, dan motivasi yang besar kepada penulis; sehingga pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tulus kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
2. Ibu Ir. Susilawati, M.Si., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung atas saran dan motivasi yang telah diberikan
3. Ibu Dr. Ir. Siti Nurdjanah, M.Sc., selaku pembimbing utama sekaligus pembimbing akademik yang selalu bersedia membimbing selama pengerjaan skripsi ini. Terima kasih atas bimbingan, bantuan dalam ketersediaan dana dan fasilitas penelitian, kesabaran, pengarahan, saran, serta motivasi yang telah diberikan hingga skripsi ini selesai.
4. Ibu Prof. Ir. Neti Yuliana, M. Si., Ph.D., selaku pembimbing kedua atas kesabaran, saran dan bimbingannya selama proses penelitian dan penyelesaian skripsi penulis.

5. Bapak Drs. Azhari Rangga, M.App.Sc., selaku penguji yang telah banyak memberikan kritik, saran, dan bimbingan terhadap karya skripsi penulis.
6. Seluruh bapak dan ibu dosen yang telah memberikan ilmu dan wawasan kepada penulis selama perkuliahan.
7. Keluargaku tercinta: Ayah, Ibu, Abang Yudha, dan adikku Nabila, serta seluruh keluarga besarku yang telah memberikan cinta kasihnya, dukungan, motivasi, dan yang selalu menyertai penulis dalam doanya untuk melaksanakan dan menyelesaikan skripsi.
8. Sahabat-sahabat perkuliahan terbaik (Ailsa, Aisyah, Amalia, Dyah dan Jessica) serta teman-teman angkatan 2013 atas pengalaman, semangat, dukungan, canda tawa, kekeluargaan serta kebersamaannya selama ini.
9. Sahabat-sahabat kesayangan (Mega, Ardis, Bianca, dan Nazrah) yang selalu memberikan doa, dukungan, dan semangat kepada penulis.
10. Venni Elsa dan mba Eka Nurjanah yang telah setia menemani penulis selama penelitian dan semangat serta canda tawa yang telah diberikan.

Akhir kata, semoga Allah SWT membalas segala kebaikan serta keikhlasannya dan penulis berharap skripsi ini dapat memberikan informasi yang bermanfaat.

Bandar Lampung, November 2017
Penulis

Danita Aprisia

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	3
1.3. Kerangka Pemikiran	3
1.4. Hipotesis	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1. Ubi Jalar Ungu	7
2.2. Antosianin	12
2.3. Diabetes Melitus.....	16
2.4. Enzim Alfa Glukosidase	17
2.5. Penghambatan Alfa Glukosidase	18
2.6. Kinetika Penghambatan Enzim	20
2.7. Uji Penghambatan Aktivitas Enzim Alfa Glukosidase	21
III. BAHAN DAN METODE	23
3.1. Tempat dan Waktu Penelitian	23
3.2. Bahan dan Alat	23
3.3. Metode Penelitian	24
3.4. Pelaksanaan Penelitian	24
3.4.1. Penyiapan Keripik Ubi Jalar Ungu	24
3.4.2. Penyiapan Tepung Ubi Jalar Ungu	25
3.4.3. Penyiapan Tepung Ubi Jalar Ungu Gelatinisasi Sebagian ...	26
3.4.4. Penyiapan Tepung Ubi Jalar Ungu Kaya Pati Resisten	27
3.4.5. Penyiapan Ekstrak Sampel	28
3.5. Pengamatan	30
3.5.1. Pengujian Total Fenol	30
3.5.2. Pengujian Total Antosianin	31

3.5.3. Pengujian Penghambatan Aktivitas Alfa Glukosidase	32
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	35
4.1. Total Fenol Ubi Jalar Ungu dan Produk Olahannya	35
4.2. Total Antosianin Ubi Jalar Ungu dan Produk Olahannya	37
4.3. Penghambatan Aktivitas Enzim Alfa Glukosidase	39
V. KESIMPULAN	42
5.1. Kesimpulan	42
5.2. Saran	42
DAFTAR PUSTAKA	43
LAMPIRAN	52

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Komposisi kimia pada ubi jalar ungu	9
2. Rantai samping penyusun senyawa golongan antosianin	14
3. Absorbansi asam galat (standar total fenol) pada panjang gelombang 760 nm	53
4. Nilai absorbansi total fenol ubi jalar ungu dan produk olahannya pada panjang gelombang 760 nm	53
5. Total fenol ubi jalar ungu dan produk olahannya yang diperoleh dari kurva standar (ekuivalen terhadap asam galat).....	53
6. Uji kehomogenan (kesamaan) ragam (Bartlet test) total fenol ubi jalar ungu dan produk olahannya.....	54
7. Analisis ragam total fenol ubi jalar ungu dan produk olahannya	54
8. Uji Duncan total fenol ubi jalar ungu dan produk olahannya	55
9. Nilai absorbansi total antosianin ubi jalar ungu dan produk olahannya pada panjang gelombang 500 nm dan 700 nm.....	55
10. Total antosianin ubi jalar ungu dan produk olahannya	56
11. Uji kehomogenan (kesamaan) ragam (Bartlet test) total antosianin ubi jalar ungu dan produk olahannya.....	56
12. Analisis ragam total antosianin ubi jalar ungu dan produk olahannya ..	57
13. Uji Duncan total antosianin ubi jalar ungu dan produk olahannya.....	57
14. Nilai absorbansi penghambatan enzim alfa-glukosidase ubi jalar ungu dan produk olahannya dengan faktor koreksi	58

15. Absorbansi penghambatan enzim alfa-glukosidase pada ubi jalar ungu dan produk olahannya setelah dikurang faktor koreksi	58
16. Penghambatan enzim alfa-glukosidase pada ubi jalar ungu dan produk olahannya.....	58
17. Uji kehomogenan (kesamaan) ragam (Bartlet test) penghambatan enzim alfa-glukosidase ubi jalar ungu dan produk olahannya.....	59
18. Analisis ragam penghambatan enzim alfa-glukosidase ubi jalar ungu dan produk olahannya.....	59
19. Uji Duncan penghambatan enzim alfa-glukosidase pada ubi jalar ungu dan produk olahannya.....	60
20. pH larutan asam sitrat 0,2% sebelum dan setelah ditambahkan ekstrak sampel ubi jalar ungu dan produk olahannya	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Struktur inti flavonoid.....	5
2. Ubi jalar ungu	9
3. Rumus struktur antosianin	14
4. Perbedaan inhibitor kompetitif dan inhibitor non-kompetitif	21
5. Reaksi enzimatis -glukosidase dan p-nitrofenil- D-glukopiranosa .	22
6. Proses pembuatan keripik ubi jalar ungu	25
7. Proses pembuatan tepung ubi jalar ungu.....	26
8. Proses pembuatan tepung ubi jalar ungu gelatinisasi parsial dan tepung ubi jalar ungu kaya pati resisten.....	28
9. Proses persiapan ekstrak sampel	29
10. Pengujian penghambatan aktivitas alfa-glukosidase.....	33
11. Kadar total fenol ekstrak antosianin ubi jalar ungu dan produk olahannya.....	36
12. Kadar total antosianin ekstrak antosianin ubi jalar ungu dan produk olahannya	38
13. Penghambatan aktivitas enzim alfa-glukosidase pada ekstrak antosianin ubi jalar ungu dan produk olahannya.....	40
14. Ubi jalar ungu segar	61
15. Ekstrak ubi jalar ungu segar.....	61
16. Tepung ubi jalar ungu kaya pati resisten	61

17. Ekstrak tepung ubi jalar ungu kaya pati resisten.....	61
18. Tepung ubi jalar ungu gelatinisasi parsial.....	62
19. Ekstrak tepung ubi jalar ungu gelatinisasi parsial.....	62
20. Tepung ubi jalar ungu kontrol.....	62
21. Ekstrak tepung ubi jalar ungu kontrol.....	62
22. Keripik ubi jalar ungu	63
23. Ekstrak keripik ubi jalar ungu.....	63
24. Total fenol ubi jalar ungu dan produk olahannya	63
25. Kurva standar total fenol	64
26. Total antosianin ubi jalar ungu dan produk olahannya	64
27. Penghambatan aktivitas enzim -glukosidase	65
28. Kurva standar asam galat	65

I. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Ubi jalar ungu merupakan tanaman umbi-umbian yang populer dimasyarakat dan telah lama dipercaya sebagai tanaman obat. Senyawa antosianin pada ubi jalar ungu cukup tinggi yaitu berkisar 65,16 – 645,37 mg/100g (Widiati, 2010), sedangkan pada penelitian Bridgersa dkk. (2010) kandungan antosianin pada ubi jalar ungu berkisar antara 84 – 600 mg/100 g. Warna daging umbi ubi jalar ungu berkorelasi dengan kandungan antosianin, semakin pekat warna ungu maka semakin tinggi kandungan antosianin umbi. Senyawa antosianin yang terdapat pada ubi jalar ungu berfungsi sebagai antioksidan (Jiao dkk., 2012), antimutagenik (Yamakawa dan Yashimoto, 2002), antihipertensi (Oki dkk., 2016), dan antidiabetik (Terahara dkk., 2004).

Mekanisme antosianin sebagai antioksidan yaitu dengan menstabilkan radikal bebas dengan melengkapi kekurangan elektron yang dimiliki radikal bebas, dan menghambat terjadinya reaksi berantai dari pembentukan radikal bebas (Winarsi, 2007; Harliansyah, 2005). Radikal bebas dapat terbentuk karena terjadinya stress oksidatif dalam tubuh dan mempengaruhi kerja insulin sehingga kinerja insulin tidak akan maksimal dalam menurunkan glukosa dalam darah (Setiawan dan Suhartono, 2005). Hal tersebut sejalan dengan penelitian Nurhamidah dan Erawati

(2014) yang menyatakan bahwa konsumsi ekstrak ubi jalar ungu mampu menurunkan kadar glukosa darah pada tikus putih jantan sebesar 35,75 mg/dl, sedangkan Herawati (2013) menyatakan bahwa pemberian ekstrak antosianin dosis 100 mg/kg selama 35 hari lebih efektif dalam menurunkan kadar glukosa darah pada tikus hiperglikemia. Elmaniar dan Muhtadi (2017) melaporkan ekstrak etanol umbi ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L) mempunyai aktivitas penghambatan terhadap enzim alfa-glukosidase dengan nilai inhibisi sebesar 51,18% pada konsentrasi 25 ppm

Meskipun kandungan senyawa antosianin pada ubi jalar ungu tersebut tinggi, namun dalam konsumsi ubi jalar ungu diperlukan proses pengolahan terlebih dahulu. Pengolahan ubi jalar ungu yang telah umum dimasyarakat yaitu seperti keripik, ubi kukus, ubi goreng, dan lainnya. Proses pengolahan tersebut dapat mempengaruhi kadar antosianin yang dihasilkan (Husna dkk. 2013). Hong dan Koh (2015) menyatakan bahwa efek pengolahan panggang, kukus, dan rebus mengakibatkan penurunan antosianin masing-masing sebesar 42%, 34%, dan 29% pada ubi jalar ungu Sinjami, sedangkan pengolahan ubi jalar ungu menjadi keripik menyebabkan kehilangan kadar antosianin yang tinggi yaitu sebesar 88,47% pada ubi jalar ungu muda dan 85,21% pada ubi jalar ungu pekat. Penurunan kadar antosianin yang tinggi disebabkan oleh penggunaan suhu tinggi yaitu suhu didih minyak dengan ukuran bahan yang sangat tipis (Husna dkk., 2013). Dwidjanarko (2008) juga melaporkan bahwa hampir 50% kadar antosianin penyebab warna ungu pada ubi jalar ungu rusak akibat penggorengan, pengukusan dan pembuatan selai pada varietas antin 2 (MSU 03028-10).

Selain itu, pada produk olahan tepung ubi jalar kehilangan antosianin pada bahan mencapai 78,45% pada ubi jalar ungu pekat dan 86,95% pada ubi jalar ungu muda. Kehilangan antosianin terjadi pada proses perendaman dan pengeringan dibawah sinar matahari dengan waktu yang relatif lama (± 2 hari) (Husna dkk., 2013). Nollet (1996) menyatakan bahwa stabilitas antosianin dipengaruhi oleh cahaya dan oksigen. Winarti dkk. (2008) juga menyatakan bahwa semakin tinggi suhu pemanasan maka stabilitas warna antosianin akan semakin rendah sehingga warna merah pada ekstrak ubi jalar akan berkurang. Oleh sebab itu dilakukan penelitian ini untuk mengkaji apakah senyawa antosianin pada ubi jalar ungu dan produk olahannya tersebut masih memiliki kemampuan dalam menghambat aktivitas enzim alfa-glukosidase.

1.2 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan ekstrak antosianin dari ubi jalar ungu dan produk olahannya dalam menghambat aktivitas enzim alfa-glukosidase.

1.3. Kerangka Pemikiran

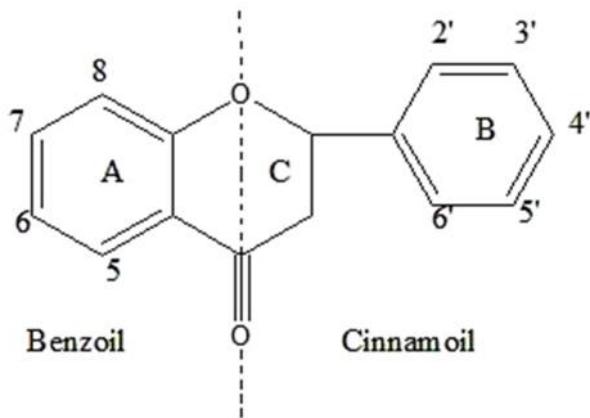
Berbagai Tanaman telah dikembangkan sebagai alternatif pengobatan dengan dugaan berkhasiat untuk menghambat aktivitas enzim alfa-glukosidase sehingga dapat digunakan untuk terapi *hiperglikemia postprandial* yang efektif (Nguyen dkk., 2010). Oleh karena itu berbagai usaha telah dilakukan untuk mengobati Diabetes Melitus II dengan menggunakan tanaman yang memiliki

antihiperglikemik, antara lain ekstrak kunyit mampu menghambat aktivitas alfa-glukosidase sebesar 68,27% (Rahmadhani, 2016), ekstrak etanol daun kaca piring dosis 250 mg/kg berat badan dapat menurunkan kadar glukosa darah pada tikus Wistar jantan sebesar 80,60% (Faridah dkk., 2011), ekstrak etanol kulit batang matoa pada konsentrasi 25 dan 50 ppm mampu menginhibisi alfa-glukosidase dan dapat dimanfaatkan sebagai agen antihiperglikemik sebesar 100% (Mataputun dkk., 2013).

Patel dkk. (2012) menyatakan bahwa senyawa polifenol yang terkandung pada tanaman bersifat antioksidan dan mampu melindungi sel-sel beta pankreas dari reaksi peroksidasi berantai yang disebabkan oleh *Reactive Oxygen Species* (ROS). Selain itu, senyawa polifenol juga memiliki kemampuan mengikat protein sehingga dapat menghambat enzim pengurai karbohidrat seperti enzim alfa-glukosidase (Griffiths dan Moseley, 1980). Senyawa polifenol memiliki banyak gugus fenol dalam molekulnya yang tergolong flavonoid dan berperan dalam memberi warna pada suatu tanaman. Selain polifenol, senyawa flavonoid yang berperan dalam pemberian warna pada tanaman adalah antosianin. Fan dkk. (2007) menyatakan, umbi ubi jalar ungu mengandung flavonoid paling tinggi dibandingkan umbi lainnya. Menurut Durst dan Wrolstad (2005), antosianin merupakan bagian dari senyawa fenol dan jumlahnya sekitar 90 – 96 % dari total senyawa fenol. Antosianin dan senyawa fenol berkorelasi positif dengan aktivitas antioksidan pada hasil pengujian ekstrak delapan klon ubi jalar ungu yang bervariasi intensitasnya (Ginting dkk., 2011). Semakin ungu warna umbinya, maka kandungan antosianinnya semakin tinggi (Winarno, 2004).

Senyawa antosianin yang terdapat pada ubi jalar ungu berfungsi sebagai antiinflamasi dan antikarsinogenik (Sugata dkk., 2015), mencegah gangguan fungsi hati dan hipertensi (Suda dkk., 2003), dan antidiabetik (Terahara dkk., 2004). Pada penelitian Hariyanto dkk. (2012), ekstrak ubi jalar ungu dapat menurunkan kadar glukosa darah pada tikus model diabetik dengan menghambat aktivitas enzim alfa-glukosidase. Enzim alfa-glukosidase merupakan enzim yang terdapat pada usus halus dan berperan dalam konversi karbohidrat menjadi glukosa yang selanjutnya akan diserap oleh tubuh dan meningkatkan kadar gula darah (Bosenberg, 2008; Lehninger, 1988).

Matsui dkk. (2004) dan Adisakwattana dkk. (2007) menyatakan bahwa gugus yang berperan dalam penghambatan enzim alfa-glukosidase adalah gugus sinamoil. Gugus sinamoil tersebut merupakan kerangka karbon flavonoid yang mengandung cincin B. Struktur inti flavonoid dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur Inti Flavonoid
Sumber : Harborne dkk. (1975)

Berdasarkan penelitian Meinar (2005) menunjukkan bahwa ekstrak etanol daun gaharu menginhibisi enzim alfa-glukosidase melalui mekanisme inhibisi campuran yang ditunjukkan oleh penurunan nilai Vmaks dari 2,18 menjadi 1,37

dan peningkatan nilai Km dari 0,30 menjadi 3,64. Penelitian Matsui dkk. (2004) menyatakan bahwa gugus 6-O-Caffeoylsphorose dari diasil antosianin ubi jalar ungu lebih efektif dalam menghambat aktivitas maltase dengan menunjukkan penghambatan maltase secara non-kompetitif dengan gugus 6-O-Caffeoylsphorose. Hal tersebut karena asilasi oleh asam fenolik dengan gula, keberadaan kelompok hidroksil pada cincin aromatik, dan adanya alkil rantai jenuh yang tidak terasilasi. Elmaniar dan Muhtadi (2017) menyatakan bahwa ekstrak etanol umbi ubi jalar ungu menghambat enzim alfa-glukosidase melalui mekanisme penghambatan campuran yang ditunjukkan oleh penurunan nilai Vmaks dari 1250 menjadi 769,23 dan peningkatan nilai Km dari 1,75 menjadi 2,62. Pada penelitian ini dikaji apakah senyawa antosianin pada ubi jalar ungu dan produk olahannya masih mampu menghambat aktivitas enzim alfa-glukosidase.

1.4. Hipotesis

Hipotesis yang diajukan pada penelitian ini adalah antosianin pada ubi jalar ungu dan produk olahannya mampu menghambat aktivitas enzim alfa-glukosidase.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Ubi Jalar Ungu

Klasifikasi tanaman ubi jalar adalah sebagai berikut (Steenis, 2003) :

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Spermatophyta
Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledoneae
Ordo	: Convolvulales
Famili	: Convolvulaceae
Genus	: <i>Ipomoea</i>
Spesies	: <i>Ipomoea batatas L.</i>

Ubi jalar (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) merupakan jenis umbi-umbian sumber karbohidrat dan sumber kalori yang cukup tinggi. Ubi jalar mempunyai keragaman jenis yang cukup banyak, yang terdiri dari jenis-jenis lokal dan beberapa varietas unggul (Juanda dan Cahyono, 2009). Jenis-jenis ubi jalar tersebut mempunyai perbedaan pada bentuk, ukuran, warna daging umbi, warna kulit, daya simpan, komposisi kimia, sifat pengolahan dan umur panen (Yuliasri, 2012). Beberapa enzim yang terdapat dalam ubi jalar yaitu α -amilase, β -amilase, dan fosforilase yang terdistribusi dalam jaringan umbi ubi jalar (Hagenimana

dkk., 1992). Ubi jalar memiliki aktivitas enzim yang berbeda pada setiap varietasnya. Hal tersebut ditunjukkan pada penelitian Utami (2016) bahwa aktivitas -amilase pada beberapa varietas ubi jalar berkisar 2,132 – 5,673 U/g setara dengan 413 -1100 IU/g.

Tanaman ubi jalar dapat dipanen apabila ubinya sudah tua dengan ciri fisik ubi antara lain yaitu bila kandungan tepungnya sudah maksimum, ditandai dengan kadar serat yang rendah dan bila direbus atau dikukus rasanya enak serta tidak berair. Panen ubi jalar yang ideal dimulai pada umur 3 bulan, dengan penundaan paling lambat sampai umur 4 bulan (Soemartono, 1984). Ubi jalar umumnya memiliki masa simpan yang berbeda-beda sesuai dengan penanganannya. Syarief dan Halid (1993) menyatakan bahwa ubi jalar hanya mampu bertahan selama 48 jam setelah dipanen. Sedangkan pada penelitian Narullita dkk. (2013) menyatakan bahwa ubi jalar Marga mulai mengalami kebusukan di hari ke 21 pada penyimpanan suhu dan kelembaban udara ruang. Penelitian Pertiwi (2009) menunjukkan lama simpan ubi jalar yang diletakkan disuhu ruang tanpa pengemasan adalah 10 hari.

Penanganan pascapanen biasanya dilakukan untuk memperpanjang umur simpan ubi jalar tersebut. Penyimpanan ubi yang paling baik dilakukan dalam pasir atau abu, namun penyimpanan juga dapat dilakukan pada ruang bersuhu antara 27–30°C dengan kelembapan udara antara 85–90 % (Juanda dan Cahyono, 2009). Ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas L. Poir*) merupakan salah satu jenis ubi jalar yang memiliki warna yang ungu yang cukup pekat pada daging ubinya (Gambar 2.).



Gambar 2. Ubi jalar ungu

Ubi jalar ungu kaya akan serat, mineral, vitamin dan antioksidan. Ubi jalar ungu mengandung vitamin dan mineral yang dibutuhkan oleh tubuh manusia seperti, vitamin A, vitamin C, kalsium dan zat besi. Sumber energi yang terkandung dalam ubi jalar ungu yaitu dalam bentuk gula dan karbohidrat. Selain umbinya, daun ubi jalar kaya akan vitamin, mineral, dan mengandung senyawa flavonoid yang berfungsi sebagai anati inflamasi (Sulastri dkk., 2013). Komposisi kimia ubi jalar dan daun ubi jalar dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia pada ubi jalar ungu (per 100 gram)

Parameter		Ubi Jalar	
		Umbi	Daun
Air	G	68,5	85,1
Protein	g	1,8	3,3
Karbohidrat	g	27,9	9,1
Serat	g	1,2	2,2
Lemak	g	0,7	0,8
Abu	g	1,2	1,7
Ca	mg	30,0	137,0
Fe	mg	0,7	4,6
P	mg	49,0	60,0
Vitamin A	IU	7700,0	5325,0
Vitamin C	mg	22,0	28,0
Energi	kal	123,0	47,0

Sumber: Suprapti (2003) dan Setyono dkk. (1996).

Selain itu, ubi jalar ungu memiliki kandungan zat warna yang disebut antosianin. Widiati (2010) menyatakan kandungan antosianin pada ubi jalar ungu berkisar 65-645,37 mg/100 g, sedangkan pada penelitian Bridgersa dkk. (2010) kandungan antosianin pada ubi jalar ungu berkisar antara 84 – 600 mg/100 g. Semakin ungu warna ungu pada ubi jalar, semakin tinggi kandungan antosianinnya. Ubi jalar ungu memiliki beberapa aktivitas farmakologi seperti antimutagenik dan antidiabetes (Terahara dkk., 2004), antihipertensi (Oki dkk., 2016), dan antioksidan (Jiao dkk., 2012). Penelitian Jawi dkk. (2011) tentang efek antioksidan umbi ubi jalar ungu terhadap darah dan berbagai organ pada mencit menunjukkan bahwa ubi jalar ungu dapat mencegah timbulnya stres oksidatif. Hal ini karena sifat antioksidan ubi jalar ungu dapat mengikat radikal bebas yang diproduksi tubuh akibat melakukan aktivitas fisik berat, sehingga mencegah kelebihan radikal bebas dalam tubuh yang berakibat mencegah adanya stres oksidatif.

Ubi jalar ungu biasanya diolah menjadi berbagai produk seperti ubi kukus, ubi goreng, tepung, dan lainnya (Widowati, 2011). Ubi kukus maupun ubi goreng merupakan produk olahan tradisional dari ubi jalar ungu. Namun pengolahan yang dilakukan tersebut dapat menurunkan kadar antosianin didalamnya. Kadar antosianin ubi kukus relatif lebih tinggi yaitu 64,9% dibandingkan ubi goreng yaitu 47,6% (Ginting dkk., 2011). Sedangkan pada penelitian Husna dkk., (2013) produk olahan kukus mengalami penurunan kadar antosianin sebesar 34,14% dan pada produk olahan goreng mengalami penurunan sebesar 43,11%.

Selain diolah menjadi ubi kukus dan ubi goreng, ubi jalar ungu juga dapat diolah menjadi tepung. Pengolahan ubi jalar ungu menjadi tepung merupakan salah satu cara untuk menyimpan dan mengawetkan ubi jalar ungu. Hal ini karena tepung ubi jalar ungu memiliki kadar air yang rendah yaitu 7-8% (Kusumawardani, 2008). Pembuatan tepung ubi jalar yang menggunakan proses pemanasan dapat menurunkan kadar antosianin didalamnya (Markakis, 1982). Kandungan antosianin di dalam tepung ubi jalar ungu dapat dipertahankan dengan dilakukan proses gelatinisasi parsial atau modifikasi secara fisik dengan cara pemanasan pada suhu 90°C selama 30 menit (Nurdjanah dan Yuliana, 2013). Proses gelatinisasi parsial akan menyebabkan perubahan pada amilosa dan amilopektin granular pati. Amilosa yang keluar dari granular pati akan membentuk lapisan *film* yang akan melapisi antosianin (Piyada dkk., 2013). Penelitian Nurdjnah dkk. (2017) menyatakan bahwa tepung ubi jalar ungu yang dipanaskan pada suhu 90°C selama 30 menit menghasilkan total antosianin tertinggi yaitu sebesar 63,15 mg/100 g.

Selain dimodifikasi menjadi tepung ubi jalar ungu gelatinisasi parsial, tepung ubi jalar ungu juga dapat dikembangkan menjadi tepung kaya pati resisten. Pati resisten merupakan sebuah fraksi pati yang tidak dapat dicerna dalam usus kecil, namun dapat difерментasi pada usus besar (Englyst dkk., 1992). Pati resisten dapat terbentuk akibat proses modifikasi tepung ubi jalar ungu dengan melakukan pemanasan yang diikuti pendinginan secara berulang (Nurdjanah dan Yuliana, 2015). Penelitian Ningsih (2015) menyatakan kandungan pati resisten selama pendinginan 48 jam pada ubi jalar ungu sebesar 31.894% dengan kandungan antosianin 25,7 mg/100 g. Lama pendinginan tersebut sangat berpengaruh

terhadap kandungan pati resisten tepung ubi jalar ungu termodifikasi namun tidak mempengaruhi kandungan antosianin.

Pati resisten diklasifikasikan dalam 4 tipe. Pati resisten tipe 1 merupakan pati yang secara fisik terperangkap oleh komponen lain seperti lemak dan protein didalam bahan pangan. Contoh pati resisten tipe 1 yaitu terdapat pada biji-bijian dan jagung yang digiling secara kasar (Sajilata dkk., 2006). Pati resisten tipe 2 merupakan pati yang secara alami terdapat didalam struktur granula pada bahan pangan dan resisten terhadap saluran pencernaan. Contoh pati resisten tipe 2 terdapat pada pisang dan kentang mentah (Sajilata dkk., 2006). Pati resisten tipe 3 merupakan pati yang terbentuk akibat adanya proses pemanasan dan pendinginan secara berulang (Leu dkk., 2003). Pati resisten tipe ini merupakan pati yang stabil terhadap panas (pati teretrogradasi). Hal tersebut karena pada saat proses pemanasan berlangsung rantai amilosa yang lurus akan terbuka dan ketika didinginkan rantai amilosa akan bergabung kembali membentuk sebuah polimer yang kompak (kristalisasi) dan sulit untuk dihidrolisis oleh enzim pencernaan (Colonna dkk., 1992). Salah satu contoh pati resisten tipe 3 adalah tepung ubi jalar ungu teretrogradasi (Nurdjanah dan Yuliana, 2015). Sedangkan pati resisten tipe 4 merupakan pati hasil modifikasi secara kimia. Contoh pati resisten tipe 4 yaitu pati ikatan silang dan pati ether (Sajilata dkk., 2006).

2.2. Antosianin

Antosianin merupakan zat pewarna alami yang tergolong ke dalam benzopiran. Struktur utama turunan benzopiran ditandai dengan adanya dua cincin aromatic

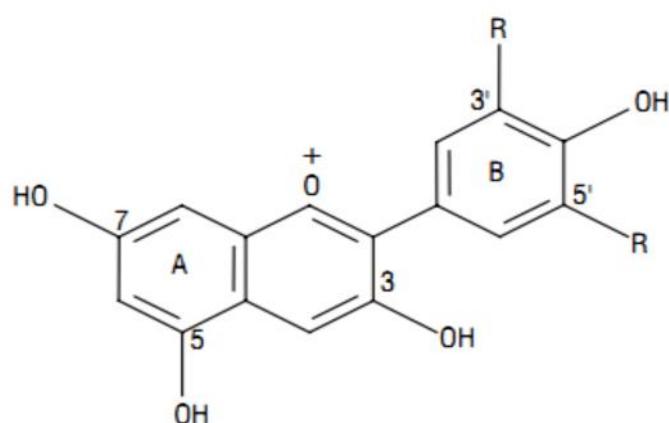
benzena (C_6H_6) yang dihubungkan dengan tiga atom karbon yang membentuk cincin (Moss, 2002). Molekul antosianin disusun dari sebuah aglikon (antosianidin) yang teresterifikasi dengan satu atau lebih gula (glikon). Beberapa senyawa antosianin yang banyak ditemukan dalam bentuk antosianidin adalah pelargonidin, sianidin, peonidin, delfinidin, petunidin dan malvidin (Francis, 1989). Gugus gula pada antosianin bervariasi namun banyak ditemukan dalam bentuk glukosa, ramnosa, galaktosa atau arabinosa. Gugus gula tersebut dapat dalam bentuk monosakarida atau disakarida dan dapat diasilasi dengan asam fenolat atau asam alifatis (Markakis, 1982). Antosianin termasuk pigmen larut air yang terdapat dibagian vakuola tanaman (Kimbal, 1993).

Senyawa antosianin tersebut biasa terdapat pada bunga, buah, dan daun tanaman yang menghasilkan warna biru, ungu, violet, dan magenta (Santoso dan Estiasih, 2014; Andersen dan Jordhein, 2006). Beberapa tanaman yang mengandung senyawa antosianin antara lain yaitu buah blueberry (Kader dkk., 1997), umbi ubi jalar ungu (Jiao dkk., 2012), bunga rosella (Khusna, 2009), dan kulit buah duwet (Puspita dkk., 2005). Sifat dan warna antosianin di dalam jaringan tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti: jumlah pigmen, letak, kopigmentasi, jumlah gugus hidroksi dan metoksi. Warna dan stabilitas pigmen antosianin tergantung pada struktur molekul secara keseluruhan. Pada setiap inti kation flavilium (Gambar 3.) terdapat molekul yang berperan sebagai gugus substitusi ($R_{3'}$ dan $R_{5'}$) yang dapat dilihat pada Tabel 2. Inti kation flavilium dari pigmen antosianin kekurangan elektron, sehingga sangat reaktif. Reaksi yang terjadi umumnya mengakibatkan terjadinya degradasi warna (Francis, 1989). Substitusi pada struktur antosianin A dan B akan berpengaruh pada warna antosianin. Pada

kondisi asam warna antosianin ditentukan oleh banyaknya substitusi pada cincin

B. Semakin banyak substitusi OH akan menyebabkan warna semakin biru, sedangkan metoksilasi menyebabkan warna semakin merah (Arisandi, 2001).

Rumus struktur antosianin dapat dilihat pada Gambar 3. dan rantai samping penyusun senyawa golongan antosianin pada Tabel 2.



Gambar 3. Rumus struktur antosianin

Sumber: Damodaran dkk. (2007)

Tabel 2. Rantai samping penyusun senyawa golongan antosianin

Nama	Substitusi		Warna
	R _{3'}	R _{5'}	
Pelargonidin	H	H	Jingga
Sianidin	OH	H	Merah Jingga
Peonidin	OCH ₃	H	Merah
Delpnidin	OH	OH	Merah Kebiruan
Petunidin	OCH ₃	OH	Merah Kebiruan
Malvidin	OCH ₃	OCH ₃	Merah Kebiruan

Sumber: Damodaran dkk.(2007)

Penambahan gugus hidroksil menghasilkan pergeseran ke arah warna biru (pelargonidin sianidin delphinidin) dimana pembentukan glikosida dan metilasi menghasilkan pergeseran ke arah warna merah (pelargonidin pelargonidin-3-glukosida; sianidin → peonidin) (Puspita dkk.,2005). Ubi jalar ungu mengandung senyawa antosianin yang tinggi dan sekitar 80% dari total antosianin tersebut berada dalam bentuk terasilasi yang menyebabkan antosianin relatif lebih stabil (Winarsi, 2007). Struktur kimia antosianin pada ubi jalar ungu adalah sianidin dan peonidin-3-kafeilferulisosforosida-5-glukosida (Jiao dkk., 2012). Menurut Santoso dan Estiasih (2014), stabilitas antosianin tersebut dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti : struktur dan konsentrasi antosianin, pH, oksidator, cahaya, dan suhu.

Selain itu, keberadaan beberapa enzim seperti enzim polifenol oksidase dan peroksidase juga merupakan faktor yang dapat mempengaruhi stabilitas antosianin. Enzim polifenol oksidase dan peroksidase bekerja dengan cara mengoksidasi senyawa fenolik menjadi o-benzoquinon. Senyawa o-benzoquinon kemudian dapat mengalami kondensasi dengan antosianin, sehingga antosianin terdegradasi menjadi senyawa kalkon yang tidak berwarna (Markakis, 1982; Rein, 2005). Aktivitas enzim tersebut dapat diinaktifkan, salah satunya dengan menggunakan perlakuan blansir. Seperti pada penelitian Cevallos-Casals dan Cisneros-Zevallos (2004) yang menyatakan blansir dengan menggunakan uap selama 2 menit dapat menginaktifkan aktivitas peroksidase sebanyak 99%.

Antosianin dapat diekstraksi dengan pelarut seperti air, aseton, etanol, metanol, atau campuran dari pelarut tersebut. Namun senyawa antosianin tersebut akan

mudah mengalami degradasi oleh gugus-gugus hidroksil, metoksil, asil, dan glikosil yang terdapat pada larutan selama proses ekstrasi berlangsung. Selain itu, paparan panas dan cahaya juga dapat mempengaruhi ekstrak antosianin yang dihasilkan. Untuk meningkatkan kestabilan dan mencegah degradasi antosianin maka perlu ditambahkan asam asetat atau asam format kedalam pelarut. Hal tersebut karena senyawa antosianin tidak stabil dalam larutan netral atau basa. Proses ekstraksi harus diusahakan dilakukan di tempat gelap serta sebaiknya didinginkan (Fan dkk., 2008; Hutabarat, 2010).

2.4. Diabetes Melitus

Diabetes Melitus merupakan penyakit metabolism yang ditandai dengan kadar glukosa darah melebihi normal yang ditimbulkan oleh kelainan sekresi insulin, kelainan insulin, ataupun kelainan keduanya (*American Diabetes Assosiation, 2010*). Diabetes Melitus digolongkan menjadi 2 tipe, yaitu Diabetes Melitus Tipe I dan Diabetes Melitus Tipe II.

2.4.1. Diabetes Melitus Tipe I

Diabetes Melitus Tipe I adalah penyakit hiperglikemia akibat defisiensi insulin. Penyakit ini disebabkan oleh infeksi virus atau reaksi autoimun sehingga terjadi kerusakan sel-sel beta kerena kelainan pada pankreas. Maka pankreas tidak dapat menghasilkan insulin yang berfungsi untuk mengatur kadar gula dalam darah (Hartini, 2009). Diabetes Melitus tipe ini dapat terjadi pada semua usia, dari anak-anak hingga orang dewasa. Penderita penyakit Diabetes Melitus Tipe I harus

mendapat insulin eksogen untuk membantu agar metabolisme karbohidrat di dalam tubuh dapat berjalan normal (Tjokroprawito, 2007; Loranza, 2012).

2.4.2. Diabetes Melitus Tipe II

Diabetes Melitus Tipe II terjadi karena hormon insulin dalam tubuh tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya atau resistensi insulin. Pada penderita diabetes melitus tipe II juga dapat timbul gangguan sekresi insulin dan produksi glukosa hepatis yang berlebihan. Namun tidak terjadi perusakan sel-sel beta secara autoimun sehingga defisiensi fungsi insulin hanya bersifat relatif, tidak absolut seperti pada diabetes melitus tipe I. Oleh karena itu penanganan diabetes melitus tipe II tidak memerlukan terapi insulin, melainkan cukup dengan pemberian obat antidiabetik atau terapi non-farmakologi seperti diet dan olahraga. Diabetes Melitus Tipe II biasanya disebabkan oleh gaya hidup yang tidak sehat, keturunan, dan kegemukan (Hartini, 2009; Ditjen Bina Kefarmasian dan Alat Kesehatan, 2005). Pemberian obat antidiabetik pada penderita diabetes melitus tipe II berfungsi untuk menghambat enzim alfa-glukosidase.

2.5. Enzim Alfa-Glukosidase

Glukosidase dikenal juga sebagai amiloglukosidase. Sumber utama glukosidase adalah dari bakteri dan jamur. Selain itu, glukosidase juga terdapat diusus halus. Kisaran massa glukosidase berada pada rentang dari 37 -112 kDa, tidak memiliki kofaktor, dan menunjukkan optimasi pada kisaran pH 3,5 – 6,0 dan 40 – 70°C. Glukosidase menghidrolisis karbohidrat dengan bekerja pada ikatan -1,4-glukosidin. Meskipun glukosidase selektif pada ikatan -1,4-glukosidin,

glukosidase juga dapat bekerja secara perlahan pada ikatan -1,6 amilopektin dan pullulan. Produk hasil hidrolisis dari glukosidase adalah glukosa (Sigma Aldrich, 2017)

Berdasarkan arah memutusnya ikatan glikosida dari amilum, maka enzim glukosidase termasuk kedalam kelompok enzim eksoamilase. Hal tersebut karena glukosidase melakukan hidrolisis dari ujung nonreduksi dan dengan produk akhir molekul yang pendek yaitu glukosa (Reddy dkk., 2003). Enzim alfa-glukosidase merupakan enzim pencernaan yang berperan untuk mengkonversi karbohidrat menjadi glukosa (Bosenberg, 2008; Lehninger, 1988). Glukosa yang dihasilkan tersebut selanjutnya akan diabsorpsi pada lumen usus halus dan masuk kedalam sirkulasi darah sehingga dapat meningkatkan kadar glukosa darah (Luo dkk., 2012). Oleh karena itu enzim alfa-glukosidase tersebut perlu dihambat untuk menekan peningkatan glukosa darah.

2.6. Penghambatan Alfa-Glukosidase

Penghambatan enzim alfa-glukosidase merupakan salah satu cara untuk menurunkan kadar glukosa darah. Penghambatan enzim alfa-glukosidase dapat mengurangi pencernaan karbohidrat dan absorpsinya sehingga mengurangi peningkatan gula darah *postprandial* (Manaharan dkk., 2011). Senyawa yang dapat menghambat kerja enzim alfa-glukosidase tersebut dapat digunakan sebagai obat oral untuk penderita diabetes tipe 2.

Obat golongan penghambat enzim alfa-glukosidase tidak menyebabkan hipoglikemia dan tidak berpengaruh pada kadar insulin (Sudoyo dkk., 2006). Obat

antidiabetes oral yang termasuk golongan penghambat enzim alfa-glukosidase antara lain yaitu akarbosa, miglitol, dan voglibosa. Obat yang telah banyak beredar di Indonesia adalah akarbosa yang diperoleh dari proses fermentasi mikroorganisme *Actinoplanes utahensis* (Bayer, 2008). Namun penggunaan obat oral tersebut memberikan efek samping seperti kembung, mual, dan diare (Bosenberg, 2008).

Selain penggunaan obat antidiabetes oral, penghambatan kerja enzim alfa-glukosidase juga dapat dilakukan dengan menggunakan bahan alami seperti tanaman. Pamungkas (2012) menyatakan bahwa ekstrak alkaloid daun ubi jalar ungu mampu menginhibisi aktivitas enzim alfa-glukosidase sebesar 61,88% pada konsentrasi 2000 ppm. Hal tersebut menunjukkan bahwa ekstrak alkaloid aktif sebagai inhibitor alfa-glukosidase. Menurut Bello dkk. (2011), ekstrak metanol *Leptadenia hastata* memiliki kandungan polifenol tinggi dengan aktivitas inhibisi alfa-glukosidase dari sebesar 69,81%. Menurut Widiyarti dkk. (2012), granular teh hijau dengan perlakuan pengeringan 72 jam, memiliki kemampuan menghambat alfa-glukosidase dengan IC_{50} sebesar 1,386 $\mu\text{g/mL}$ atau sekitar 18 kali lebih kuat daripada standar kuersetin, dengan nilai IC_{50} 25 $\mu\text{g/mL}$. Makin kecil nilai IC_{50} suatu ekstrak, makin aktif ekstrak tersebut sebagai inhibitor alfa-glukosidase (Kim dkk., 2005). Pada umumnya cara kerja inhibitor adalah dengan menyerang sisi aktif enzim sehingga enzim tidak dapat berikatan dengan substrat sehingga fungsi katalitiknya terganggu (Winarno, 1989).

2.7. Kinetika Penghambatan Enzim

Semua substansi yang dapat mengurangi kecepatan reaksi yang dikatalisis oleh enzim disebut sebagai penghambat (inhibitor). Berdasarkan ikatan enzim, inhibitor dibagi menjadi 2 yaitu, inhibitor *reversibel* dan inhibitor *irreversibel*. Inhibitor *reversibel* berikatan dengan enzim melalui ikatan nonkovalen, sedangkan inhibitor *irreversibel* berikatan dengan enzim melalui ikatan kovalen (Champe dkk., 2005). Inhibitor *reversibel* terdapat 2 tipe yaitu:

2.6.1. Inhibitor Kompetitif

Suatu inhibitor kompetitif berlomba dengan substrat untuk berikatan dengan sisi aktif enzim. Inhibitor kompetitif [I] hanya berikatan secara *reversibel* dengan enzim [E] membentuk suatu komplek EI dan inhibitor [I] tidak dapat dikatalisa oleh enzim [E] untuk menghasilkan produk baru. Ciri inhibitor kompetitif yaitu dapat diatasi hanya dengan meningkatkan konsentrasi substrat. Inhibitor kompetitif biasanya menyerupai substrat normal atau analog substrat (Lehninger, 1988).

2.6.2. Inhibitor Non-kompetitif

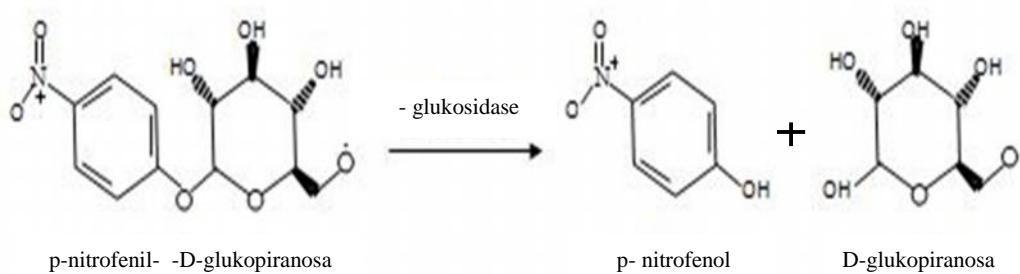
Pada inhibitor non-kompetitif, inhibitor tidak terikat pada sisi aktif enzim , tetapi terikat pada bagian lain dari enzim. Inhibitor non-kompetitif dapat berikatan secara *reversibel* pada molekul enzim bebas membentuk kompleks EI, maupun berikatan secara *reversibel* dengan kompleks ES membentuk kompleks ESI. Namun, pada kompleks EI masih dapat mengikat substrat yang dapat diubah menjadi produk (Lehninger, 1988). Perbedaan inhibitor kompetitif dan inhibitor non-kompetitif dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Perbedaan inhibitor kompetitif dan inhibitor non-kompetitif

2.8. Uji Penghambatan Aktivitas Enzim alfa-glukosidase

Pengujian penghambatan aktivitas enzim alfa-glukosidase dapat dilakukan secara *in vitro*. Salah satu substrat yang dapat digunakan untuk pengujian penghambatan aktivitas enzim alfa-glukosidase adalah p-nitrofenil- β -D-glukopiranosa (PNPG) sebagai substrat (Matsumoto dkk., 2002). Enzim alfa-glukosidase akan menghidrolisis p-nitrofenil- β -D-glukopiranosa menjadi D-glukopiranosa dan p-nitrofenol (pada Gambar 5.) yang berwarna kuning. Intensitas warna yang terbentuk dari p-nitrofenol ditentukan absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 400 nm. Semakin tinggi kemampuan ekstrak tanaman menghambat aktivitas alfa-glukosidase, maka p-nitrofenol yang terbentuk akan semakin berkurang dan semakin kecil nilai absorbansi yang diperoleh (Hartati dkk., 2010).



Gambar 5. Reaksi enzimatis alfa-glukosidase dan p-nitrofenil- -D-glukopiranosa
Sumber: Guo dkk. (2010)

III. BAHAN DAN METODE

3.1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian dan Laboratorium Analisis Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Universitas Lampung pada bulan April 2017 sampai dengan Juli 2017.

3.2. Bahan dan Alat

Bahan utama yang digunakan yaitu umbi ubi jalar ungu lokal yang diperoleh dari pasar tradisional Way Kandis, Bandar Lampung. Sedangkan bahan yang dibutuhkan untuk analisis antara lain buffer fosfat pH 6,8, buffer KCl pH 1,0, buffer Na-Asetat pH 4,5, natrium karbonat (Merck, Jerman), substrat PNPG (*p-nitrophenyl-Dglucopyranoside*) (Sigma Aldrich, Switzerland), enzim alfa-glukosidase (E.C. 3.2.1.20), aquades, Folin-Ciocalteau (Merck, Jerman), asam galat (Merck, Jerman), dan asam sitrat.

Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah kain saring, pisau, alumunium foil, grinder, *oven blower*, *hot plate*, *hummer mill*, ayakan 80 mesh, lemari pendingin, neraca analitik (Shimadzu ay220), *vorteks*, pH-meter, corong Bunchner, inkubator, alat sentrifugasi (Thermolyne Maxi Mix Plus), mikro pipet, spektrofotometer (Thermo Scientific Genesys 20, USA) dan alat-alat gelas.

3.3. Metode Penelitian

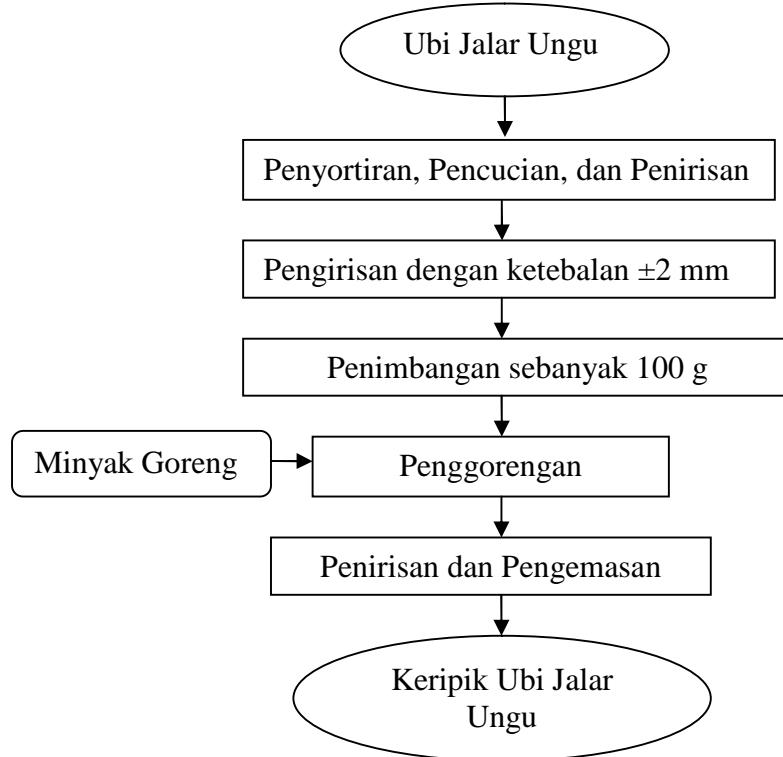
Penelitian disusun dalam Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) non-faktorial dengan 4 kali ulangan. Penelitian dilakukan dengan 5 taraf perlakuan yaitu ubi jalar ungu segar (US), tepung ubi jalar ungu (TU), tepung ubi jalar ungu kaya pati resisten (TP), tepung ubi jalar ungu gelatinisasi parsial (TG), dan keripik ubi jalar ungu (KU).

Kehomogenan data dianalisis dengan uji Bartlet dan kemenambahan data diuji dengan uji Tuckey. Data yang homogen kemudian dianalisis dengan sidik ragam untuk mendapatkan penduga ragam galat dan mengetahui ada tidaknya pengaruh perlakuan. Data dianalisis lebih lanjut menggunakan uji Duncan.

3.4. Pelaksanaan Penelitian

3.4.1. Penyiapan Keripik Ubi Jalar Ungu

Pembuatan keripik ubi jalar ungu diawali dengan proses sortasi. Selanjutnya, ubi jalar ungu dikupas dan dicuci hingga bersih. Ubi jalar ungu kemudian diiris dengan ketebalan ± 2 mm, lalu ditimbang sebanyak 100 g. Selanjutnya, irisan ubi jalar ungu digoreng menggunakan minyak goreng sampai keripik matang, kemudian ditiriskan dan dikemas (Husna dkk., 2013). Diagram alir penyiapan keripik ubi jalar ungu dapat dilihat pada Gambar 6.

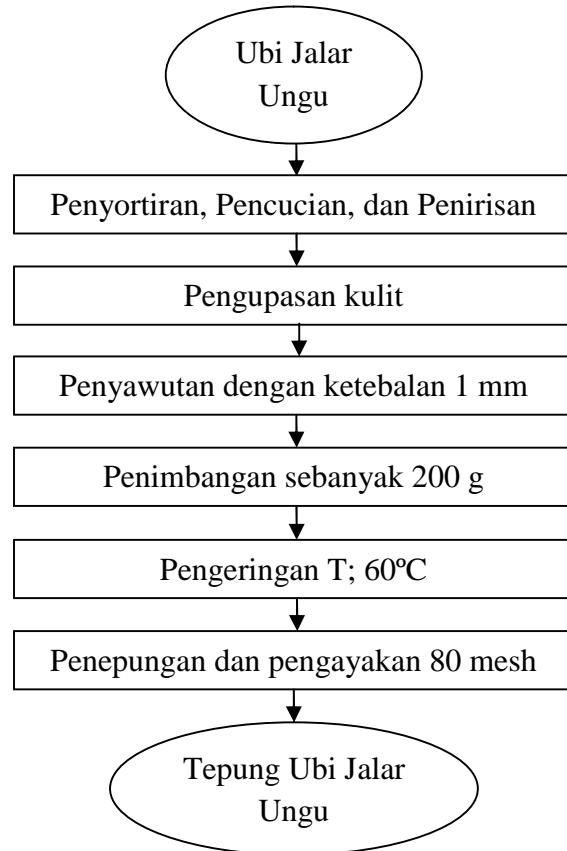


Gambar 6. Proses pembuatan keripik ubi jalar ungu.
Sumber: Husna dkk., 2013.

3.4.2. Penyiapan Tepung Ubi Jalar Ungu

Pembuatan Tepung Ubi Jalar Ungu menggunakan metode Nurdjanah dan Yuliana (2013). Tahapan pembuatan ubi jalar ungu diawali dengan pemilihan ubi jalar ungu atau sortasi, pencucian, penirisan, pengupasan kulit, penimbangan, penyawutan, pengeringan, penepungan, dan pengayakan. Ubi jalar ungu disortasi dan dicuci hingga bersih, kemudian ditiriskan. Selanjutnya, ubi jalar ungu dikupas dan disawut dengan ketebalan 1 mm. Ubi jalar ungu yang telah disawut selanjutnya ditimbang sebanyak 200 g dan dikeringkan dengan oven pada suhu 60°C hingga kering. Setelah didinginkan, ubi jalar kering ditepungkan dengan menggunakan *hummer mill* dan diayak menggunakan ayakan berukuran 80 mesh.

Diagram alir penyiapan tepung ubi jalar ungu dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Proses pembuatan tepung ubi jalar ungu.
Sumber: Nurdjanah dan Yuliana, 2013

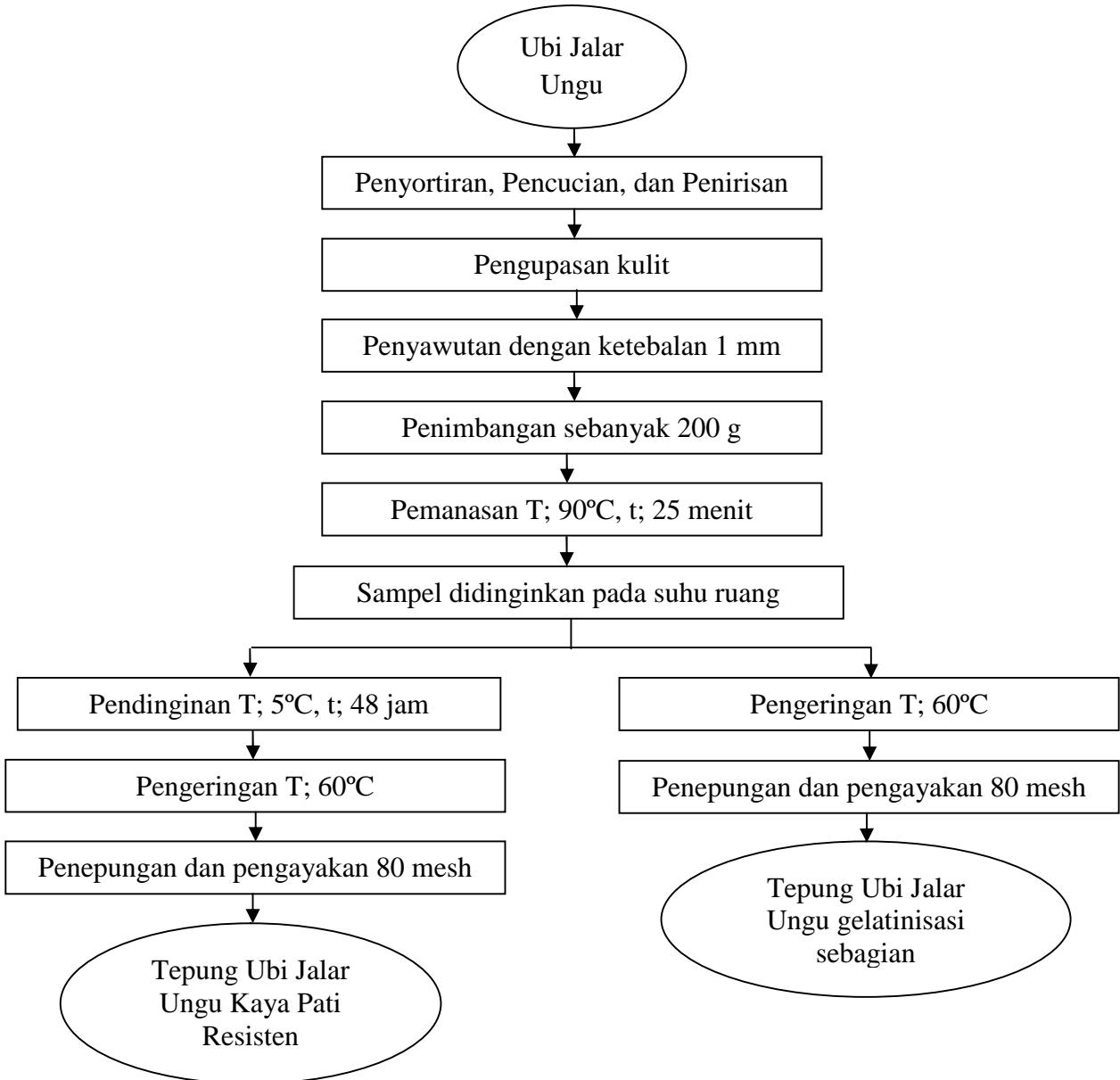
3.4.3. Penyiapan Tepung Ubi Jalar Ungu Gelatinisasi Sebagian

Tepung ubi jalar ungu gelatinisasi sebagian dibuat menurut metode yang dikembangkan oleh Hidayat dkk. (2009) dengan beberapa modifikasi. Pembuatan tepung gelatinisasi sebagian diawali dengan sortasi, kemudian ubi dicuci sampai bersih dan ditiriskan. Ubi kemudian disawut dan dilanjutkan dengan proses pemanasan menggunakan alat pemanas berputar pada suhu 90°C selama 30 menit. Setelah pemanasan sampel dikeluarkan, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60°C sampai kering. Setelah didinginkan, ubi jalar kering ditepungkan

dengan menggunakan *hummer mill* dan diayak menggunakan ayakan berukuran 80 mesh.

3.4.4. Penyiapan Tepung Ubi Jalar Ungu Kaya Pati Resisten

Pembuatan tepung ubi jalar ungu termodifikasi kaya pati resisten dilakukan dengan menggunakan metode yang dikembangkan oleh Nurdjanah dan Yuliana (2015). Disiapkan ubi jalar ungu yang telah disortasi, kemudian ubi dicuci sampai bersih dan ditiriskan. Selanjutnya, kulit ubi dikupas lalu disawut dan diambil sebanyak 200 g dilanjutkan dengan proses pemanasan dengan menggunakan alat pemanas berputar pada suhu 90°C selama 25 menit. Setelah proses pemanasan, selanjutnya sampel dikeluarkan dan didinginkan pada suhu ruang, kemudian sampel disimpan dalam lemari pendingin dengan suhu 5°C selama 48 jam, selanjutnya sampel dikeringkan dengan oven pada suhu 60°C hingga kering. Setelah sampel kering dilakukan penepungan dengan menggunakan *hummer mill*, dan dilakukan pengayakan dengan ayakan 80 mesh. Diagram alir pembuatan tepung ubi jalar ungu gelatinisasi sebagian, dan tepung ubi jalar ungu kaya pati resisten dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Proses pembuatan tepung ubi jalar ungu gelatinisasi sebagian dan tepung ubi jalar ungu kaya pati resisten.

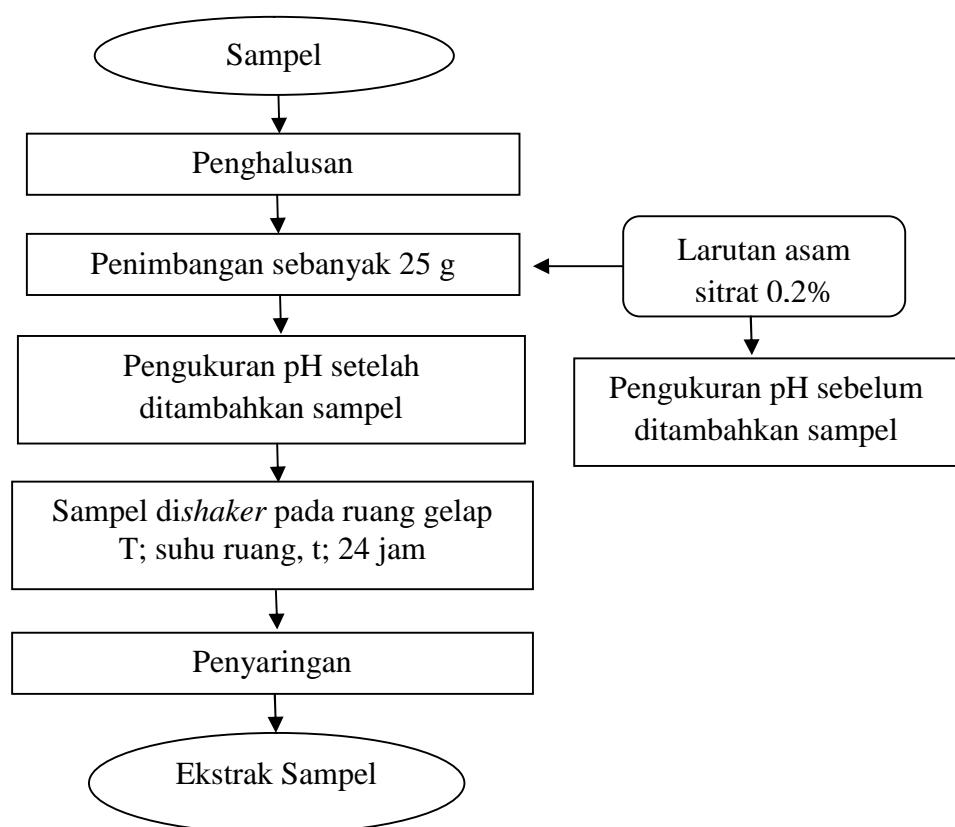
Sumber: Nurdjanah dan Yuliana (2015), dan Hidayat dkk. (2009).

3.4.5. Penyiapan Ekstrak Sampel

Penyiapan ekstrak sampel dilakukan dengan menggunakan metode yang dikembangkan oleh Saona dkk. (2011) dengan beberapa modifikasi. Sampel yang telah dihaluskan ditimbang sebanyak 25 g. Selanjutnya ditambahkan larutan asam

sitrat 0,2% sampai 250 mL. pH pelarut sebelum dan setelah penambahan sampel diukur menggunakan pH-meter untuk mengetahui perubahan pH setelah ditambahkan produk. Selanjutnya sampel dishaker selama 24 jam pada ruang gelap dan suhu ruang. Sampel selanjutnya disaring dengan corong Buchner.

Diagram alir persiapan ekstrak sampel dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Proses persiapan ekstrak sampel

Sumber: Saona dkk. (2011) dengan beberapa modifikasi.

3.5. Pengamatan

3.5.1. Pengujian Total Fenol

Analisa total fenol dilakukan berdasarkan metode spektrofotometri menggunakan Reagen Folin Ciocalteu yang dikembangkan oleh Ismail dkk. (2012) yang telah dimodifikasi. Reagen Folin Ciocalteu akan mengoksidasi gugus fenolik hidroksil menjadi fosfotungstat-fosfomolibdat berwarna biru. Adanya senyawa fenol ditandai dengan perubahan warna larutan dari hijau kekuningan (warna reagen Folin Ciocalteu) menjadi warna biru. Sampel ekstrak disiapkan sebanyak 0,2 ml ditambah dengan 0,2 ml aquades dan 0,2 ml reagen Folin Ciocalteu, dan kemudian divortex selama 1 menit. Setelah itu, ditambah dengan 4 ml larutan natrium karbonat (Na_2CO_3) 2% dan divortex kembali selama satu menit lalu didiamkan dalam ruang gelap pada suhu kamar selama 30 menit. Setelah dibaca absorbansi sampel pada panjang gelombang 760 nm.

Apabila nilai absorbansi tidak terbaca, maka sampel uji terlebih dahulu dilakukan pengenceran dengan pengenceran tingkat 1 (1/10). Selain itu, disiapkan blanko dengan prosedur yang sama seperti prosedur untuk sampel. Kurva standar disiapkan dengan cara menimbang asam galat sebanyak 1 mg dan dilarutkan dalam akuades sampai volume 100 ml. Selanjutnya dibuat seri pengenceran larutan induk asam galat 0% (0 mg/mL), 20% (0,002 mg/mL), 40% (0,004 mg/mL), 60% (0,006 mg/mL), 80% (0,008 mg/mL), dan 100% (0,01 mg/mL) dan dilakukan perlakuan seperti sampel. Kemudian hasil pembacaan absorbansi diplotkan sebagai absis dan konsentrasi asam galat sebagai ordinat.

Hasilnya dinyatakan dari persamaan kurva standar yaitu:

$$Y = ax + b$$

Keterangan :

Y = Absorbansi Sampel

a = Gradien

x = Konsentrasi Ekivalen Asam Galat

c = Intersef

3.5.2. Pengujian Total Antosianin

Pengukuran total konsentrasi antosianin dengan menggunakan metode spektrofotometri dengan perbedaan pH yang dikembangkan oleh Giusti dan Wrolstad (2001) dan Hosseinian dkk. (2008). Disiapkan 2 tabung reaksi, tabung pertama untuk larutan buffer KCl pH 1,0 dan tabung kedua untuk larutan buffer Na-Asetat pH 4,5. Selanjutnya ekstrak sampel dimasukkan sebanyak 1 mL pada setiap tabung dan diencerkan menggunakan larutan buffer masing-masing sampai volume 10 mL (Faktor pengenceran = 10). Sampel hasil pengenceran masing-masing dilakukan pengukuran absorbansi pada panjang gelombang 500 nm dan 700 nm. Untuk menentukan nilai absorbansinya digunakan persamaan berikut:

$$A = (A_{\lambda \text{ vis max}} - A_{700})_{pH \text{ 1,0}} - (A_{\lambda \text{ vis max}} - A_{700})_{pH \text{ 4,5}}$$

Konsentrasi antosianin dalam ekstrak dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$\text{Total Antosianin (mg/L)} = \frac{A \times MV \times DF \times 1000}{\varepsilon \times l}$$

Keterangan:

A = Absorbansi

MW = Bobot Molekul Sianidin-3-Glukosida (449)

DF = Dilution Factor (Faktor Pengenceran)

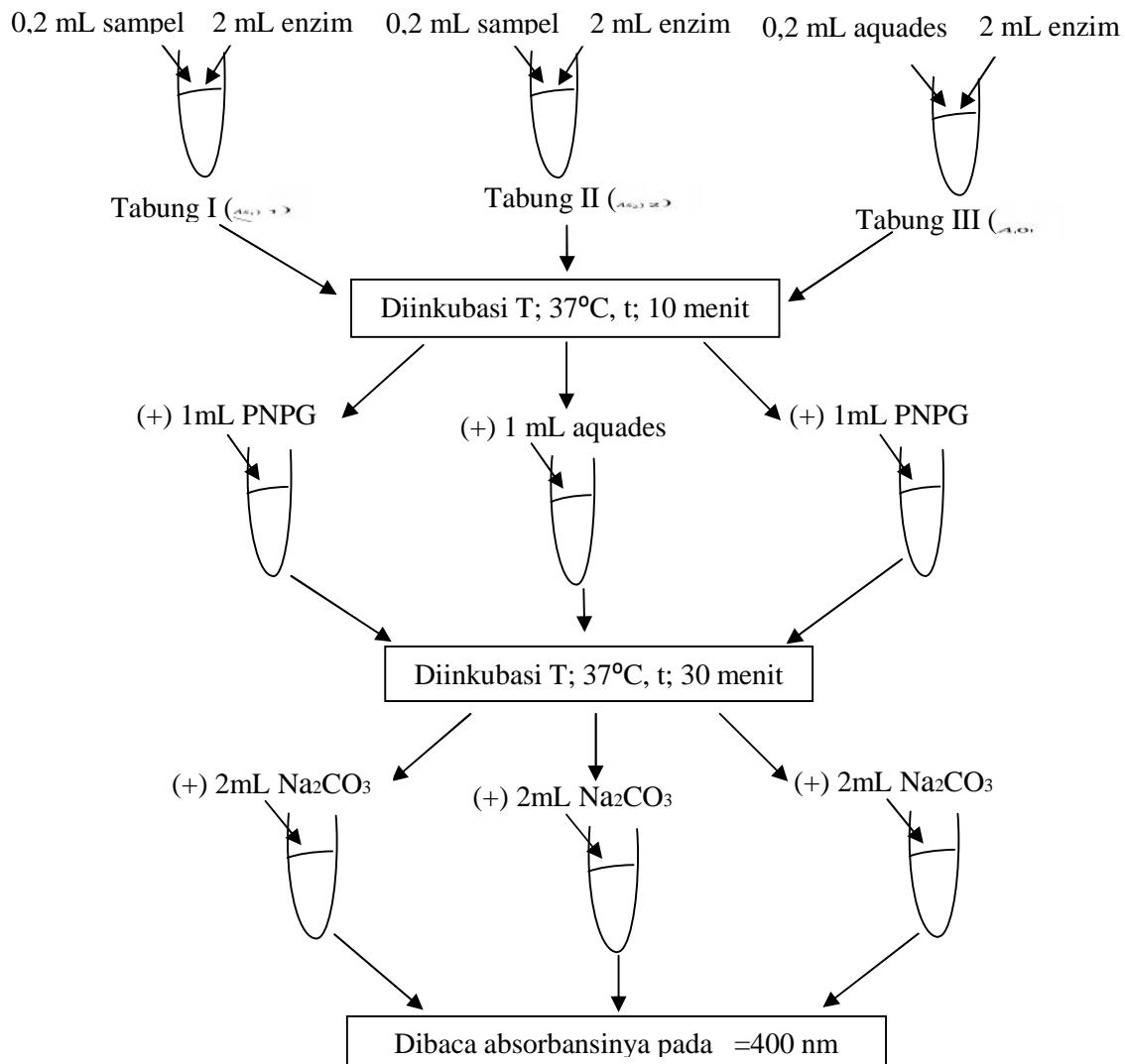
= Koefisien Ekstinsi Molar Sianidin-3-Glukosida (26.900 L/cm)

l = Tebal Kuvet (1 cm)

3.5.3. Pengujian Penghambatan Aktivitas alfa-glukosidase

Pengujian penghambatan aktivitas alfa-glukosidase ditentukan dengan menggunakan metode spektrofotometri yang dikembangkan Rao dkk. (2009) dengan beberapa modifikasi. Substrat *p-nitrophenyl-D-glucopyranoside* (PNPG) 0,01 mM disiapkan dengan cara melarutkan 0,03012 g PNPG dalam 100 ml aquades. Lalu enzim alfa-glukosidase yang telah dilakukan pengenceran 50 kali diasapkan dengan cara 1 ml enzim alfa-glukosidase ditambahkan larutan 0,1 M buffer phospat (pH 6,8) sampai dengan 50 ml. Sebanyak 3 tabung reaksi disiapkan, tabung I sebagai larutan sampel dengan substrat (A_s_1), tabung II sebagai faktor koreksi warna (A_s_2), dan tabung III sebagai kontrol (A_o). Selanjutnya larutan sampel dimasukkan kedalam tabung I (A_s_1) dan II (A_s_2) sebanyak 0,2 mL. Sedangkan tabung III (A_o) dimasukkan aquades sebanyak 0,2 mL. Selanjutnya enzim alfa-glukosidase ditambahkan kedalam masing-masing tabung sebanyak 2 mL dan diinkubasi selama 10 menit pada suhu 37°C. Setelah itu, substrat PNPG ditambahkan sebanyak 1 mL kedalam tabung I (A_s_1) dan III (A_o), sedangkan tabung II (A_s_2) ditambahkan aquades sebanyak 1 mL, lalu

diinkubasi kembali selama 30 menit pada suhu 37°C. Selanjutnya larutan Na₂CO₃ 2% ditambahkan kedalam masing-masing tabung sebanyak 2 mL. Kinetika pelepasan substrat diukur menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 400 nm. Diagram alir pengujian penghambatan aktivitas alfa-glukosidase dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Pengujian penghambatan aktivitas alfa-glukosidase
Sumber: Rao dkk. (2009) dengan beberapa modifikasi

Absorbansi larutan sampel (A_s) adalah hasil pengurangan Absorbansi sampel dengan substrat (As_1) dengan Absorbansi sampel tanpa substrat (As_2).

$$A_s = As_1 - As_2$$

Persentase penghambatan aktivitas α -glukosidase dapat dihitung melalui rumus :

$$\text{Daya inhibisi (\%)} = \left[\frac{(A_o - A_s)}{A_o} \right] \times 100\%$$

Keterangan :

A_s = Absorbansi larutan sampel

As_1 = Absorbansi sampel dengan substrat

As_2 = Absorbansi sampel tanpa substrat (koreksi warna)

A_o = Absorbansi kontrol

V. KESIMPULAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa penghambatan aktivitas enzim alfa-glukosidase oleh antosianin yang diekstrak menggunakan larutan asam pada perlakuan tepung ubi jalar ungu kaya pati resisten (TP) sebesar 65,59%, keripik ubi jalar ungu (KU) sebesar 44,73%, ubi jalar ungu segar (US) sebesar 41,73%, tepung ubi jalar ungu tergelatinisasi parsial (TG) sebesar 39,91%, dan tepung ubi jalar (TU) sebesar 37,61%.

5.2. Saran

Perlu dilakukan uji penghambatan aktivitas enzim alfa-glukosidase secara *in vivo* untuk membuktikan bahwa ubi jalar ungu dan produk olahannya dapat menghambat enzim alfa-glukosidase sehingga dapat digunakan penderita Diabetes Mellitus tipe II dalam mengatasi hiperglikemia.

DAFTAR PUSTAKA

- Adisakwattana, S., K. Soakkongwaree, S. Roengsumran, A. Petsom, N. Ngamrojnavanich, W. Chavasiri, S. Deesamer, and S. Yibchok-anun. 2007. Structure-Activity Relationships of trans-Cinnamic Acid Derivates on Alpha Glukosidase Inhibition. *Bioorganic and Medicinal Chemistry Letters*. 14: 2893-2896.
- Andersen, O. M., dan M. Jordheim. 2006. The Anthocyanins. In O. M. Andersen, dan K. R. Markham (Eds.). Flavonoids: Chemistry, Biochemistry and Applications (pp. 471–551). Boca Raton, FL: CRC Press, Taylor & Francis Group.
- American Diabetes Association (ADA). 2010. Report Of The Expert Committee on Diagnosa and Classification of Diabetes Mellitus. Clinical Practise recommendation.
- Anggraeni, F.D., U. Santoso, dan M. Nur, C. 2015. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Berbagai Hasil Olah Ubi Jalar. *Jurnal Teknologi Pangan*. 6 (2): 43-50.
- Arisandi, Y. 2001. Studi Tentang Pengaruh Kopigmentasi Terhadap Stabilitas Antosianin Dari Kulit Buah Anggut (*Alphonso lavalle*). Fakultas MIPA. Universitas Brawijaya. Malang.
- Bayer. 2008. *Precose*. Bayer Health Care Pharmaceuticals Inc. Amerika.
- Bello, A., Aliero, A.A., Saidu, Y., and Muhammad, S. 2011. Phytochemical Screening, Polyphenolic Content and Alpha-Glucosidase Inhibitory Potential of *Leptadenia hastate* (Pers.) Decne. *Nigerian Journal of Basic and Applied Science*. 19 (2): 181-186.
- Bosenberg, L. H. 2008. The Mechanism of Action of Oral Antidiabetic Drugs. A review of recent literature. *The Journal of Endocrinology, Metabolism and Diabetes of South Africa*. 13 (3) : 80-88.
- Bridgersa, E. N., M. S. Chin, and V. D. Truong. 2010. Extraction of Anthocyanins From Industrial Purple-Fleshed Sweetpotatoes and Enzymatic Hydrolysis of Residues For Fermentable Sugar. *Journal of Industrial Crops and Products*. 32: 613-620.

- Cevallos-Casals, B. A. and L. A. Cisneros-Zevallos. 2004. Stability of Anthocyanin-Based Aqueous Extracts of Andean Purple Corn and Red-Fleshed Sweet Potato Compared to Synthetic and Natural Colorants. *Food Chemistry*. 86:69-77.
- Champe, P. C., Harvey, R. A., and Ferrier, D. R. 2005. *Lippincott's Illustrated reviews: Biochemistry*. Philadelphia: Lippincot Williams & Wilkins.
- Colonna, P., V. Leloup, and A. Bule' on. 1992. Limiting Factors of Starch Hydrolysis. *European Journal of Clinical Nutrition*, 46 (2): S17– S32.
- Damodaran, S., K. L. Parkin, dan O. R. Fennema. 2007. *Food Chemistry Fourth Edition*. CRC Press. New York.
- Ditjen Bina Kefarmasian dan Alat Kesehatan. 2005. *Pharmaceutical Care Untuk Penyakit Diabetes Melitus*. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. Jakarta. 23-27.
- Durst, R. W. and R. E. Wrolstad. 2005. Unit F1.2: Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-visible Spectroscopy. In R. E. Wrolstad (Ed.), *Handbook of analytical food chemistry* (pp. 33–45). New York: John Wiley & Sons.
- Dwidjanarko, S. 2008. Efek Pengolahan Terhadap Perubahan Fisiko-Kimia Ubi Jalar Ungu dan Kuning. <http://Simonbwidjanarko.files.wordpress.com>. Diakses pada 3 November 2016.
- Elmaniar, R dan Muhtadi. 2017. Aktivitas Penghambatan Enzim -Glukosidase Oleh Ekstrak Etanol Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas L.*). *The 5th Urecol Proceeding*. 745-751.
- Englyst, H. N., S. M. Kingman, dan J. H. Cummings. 1992. Classification and Measurement of Nutritionally Important Starch Fractions. *European Journal of Clinical Nutrition*. 46 (2): S30-S50.
- Fan, G., Y. Han, Z. Gu, and D. Chen. 2007. Optimizing Conditions For Anthocyanins Extraction From Purple Sweet Potato Using Response Surface Methodology (RSM). *Food Science and Technology*. 41:155-160.
- Faridah, Nurfina, dan H. Susanti. 2011. Uji Efek Antihiperglikemik Ekstrak Etanol Daun Kacapiring (*Gardenia Augusta*, Merr) Pada Tikus Putih Jantan Galur Wistar. *Jurnal Ilmiah Kefarmasian*. 1 (1):43-53.
- Francis, F. J. 1989. Food Colorants: Anthocyanins. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 28: 273-614.
- Ginting, E., J.S. Utomo, R. Yulifianti, dan M. Jusuf. 2011. Potensi Ubi Jalar Ungu sebagai Pangan Fungsional. *Iptek Tanaman Pangan*. 6 (1): 116-138.

- Ginting, E., Ratnaningsih, dan Suprapto. 2007. Pemanfaatan Ubijalar Kaya Antosianin dan Betakaroten Menjadi Beberapa Produk Olahan Pangan. Laporan Teknis Penelitian No: K.5/ROPP/DIPA/2007. Balitkabi Malang. 39 p.
- Giusti, M. M. dan R. E. Wrolstad. 2001. Characterization and Measurement of Anthocyanins by UV-Visible Spectroscopy. *Journal of Current Protocols in Food Analytical*. Wiley-Interscience. New York. F1.2.1-F1.2.13.
- Griffiths, D.W., and G. Moseley. 1980. The Effect of Diets Containing Field Beans of High or Low Polyphenolic Content on the Activity of Digestive Enzymes in the Intestines of Rats. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 31: 255-259.
- Guo, L. P., T. F. Jiang, Lv, Z. H dan Y. H. Wang. 2010. Screening Alpha-Glucosidase Inhibitors From Traditional Chinese Drugs by Capillary Electrophoresis With ElectroPhoretically Mediated Microanalysis. *Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis*. 53 : 1250-1253.
- Hagenimana, V., L. P. Venizana, dan R. E. Simard. 1992. Distribution of Amylases Within Sweet Potato (*Ipomoea batatas* L.) Root Tissues. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 40(177) : 1777-1783.
- Harborne, J. B., T. J. Mabry, and H. Mabry. 1975. *The Flavonoids*. Chapman and Hall. London.
- Hariyanto, A., H. Fatmawati, dan Sugiyanta. 2012. Ubi Jalar Ungu Sebagai Stimulator Kemampuan Angiogenesis Pada Tikus Model Diabetik. *Jurnal UNEJ*. 1 (1) : 1-4.
- Harliansyah. 2005. Mengunyah Halia Menyah Penyakit. Artikel *Indonesian Student Association in Malaysia*. 92-96.
- Hartati, S., B. Elya, dan A. Najib. 2010. n-Butanol Fraction of *Acorus calamus* Rhizome Extract To Inhibit The Activity of Alpha-glukosidase. *Journal of Tropical Medicine Plants*. 11 (2) : 202.
- Hartini, S. 2009. *Diabetes Siapa Takut*. Panduan Lengkap untuk Diabetes. Keluarganya dan Profesional Medis. Penerbit Qanita. Jakarta. hal 90-93.
- Herawati, E. R. N. 2013. Pengaruh Konsumsi Ekstrak Antosianin Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.) Terhadap Glukosa Darah, Status Antioksidan Darah, dan Gambaran Histopatologis Pankreas Tikus Hiperglikemia Induksi Aloksan. (Tesis). Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Hidayat, B., N. Kalsum, dan Surfiana. 2009. Karakterisasi Tepung Ubi Kayu Modifikasi yang Diproses Menggunakan Metode Pragelatinisasi Parsial. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*. 14 (2):148-159.

- Hong, K. H. dan E. Koh. 2015. Effects of Cooking Methods on Anthocyanins and Total Phenolics in Purple-Fleshed Sweet Potato. *Journal of Food Processing and Preservation ISSN 1745-4549.* 1-10.
- Hosseini, F. S., W. Li, and T. Beta. 2008. Measurement of Anthocyanin and Other Phytochemical in Purpel Wheat. *Food Chemistry.* 109: 916-924.
- Hutabarat, F.R. 2010. Studi Pemanfaatan Ekstrak Kulit Ubi Jalar (*Ipomoea batatas Poir*) Sebagai Indikator Pada Titrasi Asam Basa. (Skripsi). Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Husna, N. E., M. Novita, dan S. Rohaya,. 2013. Kandungan Antosianin dan Aktivitas Antioksidan Ubi Jalar Ungu Segar dan Produk Olahannya. *Jurnal Agritech.* 33 (3): 296-302.
- Ismail, J., M. R. J. Runtuwene, dan F. Fatimah. 2012. Penentuan Total Fenolik dan Uji Aktivitas Antioksidan pada Biji dan Kulit Buah Pinang Yaki (*Areca vestiaria* Giseke). *Jurnal Ilmiah Sains.* 12 (2) : 84-88.
- Jawi, I. M., D. N. Suprapta, dan I. W. Sutirtayasa. 2007. Efek Antioksidan Ekstrak Umbi Ubi Jalar Ungu (*Ipomoiea batatas L*) Terhadap Hati Setelah Aktivitas Fisik Maksimal Dengan Melihat Kadar AST Dan ALT Darah Pada Mencit. Dexa Media.
- Jiao, Y. Y., W. Jiang, Z. Zhaidan, and Yang. 2012. Studies on Antioxidant Capacity of Anthocyanin Extract From Purple Sweet Potato (*Ipomoea batatas L.*). *African Journal of Biotechnology.* 11 (27) : 7046-7054.
- Juanda, D. dan B. Cahyono. 2006. *Ubi Jalar, Budidaya dan Analisis Usaha Tani.* Kanisius. Yogyakarta. 82 hlm.
- Kader, F., B. Rowel, M. Girardin, and M. Metche. 1997. Mecanism of Browning in Fresh Highbush Blueberry Fruit (*Vaccinium corymbosum L.*). Role of Blueberry polyphenol Oxidase, Chlorogenic Acid, and Anthocyanins. *Journal of Science and Agriculture.* 74: 31-34.
- Khusna, A. 2009. Stabilitas Warna Antosianin Rosella (*Hibiscus sabdariffa L.*) Selama Penyimpanan dengan Metode Kopigmentasi. (Skripsi). Universitas Brawijaya. Malang.
- Kim, Y. M., Y. K. Jeong, M. H. Wang, W. Y. Lee, and H. I. Rhee. 2005. Inhibitory Effect of Pine Extract on -Glucosidase Activity and Postprandial Hyperglycemia. *Nutrition.* 21: 756–761.
- Kimbal, J. W. 1993. *Biologi.* Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Kusumawardani, L.S. 2008. Pengaruh Pengolahan Tepung Terhadap Sifat Fisikkimia Serta Retensi -Karoten pada Ubijalar Oranye dan Antosianin pada Ubijalar Ungu. (Skripsi). Universitas Brawijaya. Malang.

- Lehninger, A. L. 1988. *Dasar-Dasar Biokimia Jilid I*. Erlangga. Jakarta.
- Leu, R. K. L., I. L. Brown, Y. Hu, and G. P. Young. 2003. Effect of Resistant Starch on Genotoxin-Induced Apoptosis, Colonic Epithelium, and Luminal Contents in Rats. *Carcinogenesis*. 24 (8):1347-1352.
- Loranza, B. 2012. Uji Penghambatan Aktivitas Enzim Alfa-Glukosidase dan Identifikasi Golongan Senyawa Kimia dari Fraksi Teraktif Daun Buni (*Antidesma bunius* L.). (Skripsi). Universitas Indonesia. Depok.
- Luo, L., R. Wang, X. Wang, Z. Ma, dan N. Li. 2012. Compounds from *Angelica keiskei* with NQO1 Induction, DPPH Scavenging and Alpha-Glucosidase Inhibitory Activities. *Food Chemistry*. 131 : 992-998.
- Manaharan T., D. Appleton, H. Cheng, and U. Palanisamy. 2011. Flavonoids Isolated from *Syzygium aqueum* Leaf Extract as Potential Antihyperglycaemic Agents. *Food Chemistry*. 132: 1802-1807.
- Markakis, P. 1982. *Stability of Anthocyanin in Food*. Chemistry 6. In “Anthocyanin as Food Colors”, P. Markakis (Edu.). Academic Press. New York. 354 hlm.
- Mataputun, S. P., A. R. Jhonly, dan P. Julius. 2013. Aktivitas Inhibitor -Glukosidase Ekstrak Kulit Batang Matoa (*Pometia pinnata*. Spp) Sebagai Agen Antihiperglikemik. *Jurnal MIPA UNSRAT*. 2(2) : 119-123.
- Mat sui, T., S. Ebuchi, K. Matsugano, N. Terahara, and K. Matsumoto. 2004. Caffeoylsophore, a New Natural -Glucocidase Inhibitor, from Red Vinegar by Fermented Purple-Fleshed Sweet Potato. *Journal of Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 6: 2239-2246.
- Matsumoto, K., Takemata, K., Takayama, K., Abesundara, K. J. M., Matsui, T., and Katayama, T. 2002. A Novel Method For The Assay Of -Glukosidase Inhibitory Activity Using A Multi-channel Oxygen Sensor. *Analytical Sciences*. 18 : 1315-1319.
- Meinar, I. A. 2005. Kinetika Inhibisi Enzim -Glukosidase Secara *In Vitro* Oleh Ekstrak Daun *Aquilaria filaria* Sebagai Antihiperglikemik. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Moss, B.W. 2002. *The Chemistry of Food Colour*. CRC Press. Washington.
- Narullita, A., S. Waluyo, dan D. D. Novita. 2013. Sifat Fisik Ubi Jalar (Ubi Jalar Gisting Kabupaten Tanggamus dan Jati Agung Kabupaten Lampung Selatan) pada Dua Metode Penyimpanan. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 2 (3): 133-146.
- Nguyen, X. N., P. V. Kiem, C. V. Minh, N. K. Ban, N. X. Cuong, N. H. Tung, L. M. Ha, D. T. Ha, B. H. Tai, and T. H. Quang. 2010. -Glukosidase Inhibition Properties of Cucurbitane-type Triterpene Glycosides From The

- Fruits of *Mo-mordica charantia*. *Chemical and Pharmaceutical Bulletin.* 58 (5) : 720-724.
- Ningsih, N.Y. 2015. Pengaruh Lama Pendinginan terhadap Kandungan Pati Resisten Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Nurdjanah, S. dan N. Yuliana. 2013. Produksi Tepung Ubi Jalar Ungu Termodifikasi secara Fisik Menggunakan Rotary Drum Dryer. Laporan Penelitian Hibah Bersaing Tahun Pertama. Dikti. Universitas Lampung. Lampung.
- Nurdjanah, S. dan Yuliana, N. 2015. Produksi Serat Pangan Berantioksidan Dari Ubi Jalar Ungu. Laporan Penelitian Hibah Bersaing. Kemenristek Dikti. Universitas Lampung. Lampung.
- Nurdjanah, S., N. Yuliana, S. Astuti, J. Hernanto, dan Z. Zukryandry. 2017. Physico Chemical, Antioxidant, and Pasting Properties of Pre-heated Purple Sweet Potato Flour. *Journal of Food and Nutrition Sciences.* 5 (4) : 140-146.
- Nurhamidah dan Erawati. 2014. Pengaruh Pemberian Ekstrak Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas poiret*) Terhadap Kadar Glukosa Darah, Kadar Immunoglobulin A (Iga) dan Villi Usus pada Tikus Putih Jantan (*Rattus Norvegicus*) Diabetes Mellitus. *Journal of Scienctetia.* 4(1): 22-28.
- Nollet, L. M. L. 1996. *Handbook of Food Analysis: Physical Characterization and Nutrient Analysis.* Marcell Dekker Inc. New York.
- Oki, T., M. Kano, O. Watanabe, K. Goto, E. Boelsma, F. Ishikawa, dan I. Suda. 2016. Effect of Consuming A Purple-Fleshed Sweet Potato Beverage on Health-Related Biomarkers and Safety Parameters in Caucasian Subjects with Elevated Levels of Blood Pressure and Liver Function Biomarkers:A 4-Week, Open-Label, Non-Comparative Trial. *Journal of Bioscience of Microbiota, Food and Health.* 35 (3) : 129-136.
- Padda, M. S., dan D. H. Picha. 2008. Effect of Low Temperature Storage on Phenolic Composition and Antioxidant Activity of Sweetpotatoes. *Journal of Postharvest Biology and Technology.* 47: 176-180.
- Pamungkas, D. D. A. 2012. Potensi Ekstrak Umbi dan Daun Ubi Jalar Ungu Sebagai Inhibitor -Glukosidase. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Patel, D.K., Kumar, R., Laloo, D., and Hemalatha, S. 2012. Diabetes mellitus: An Overview on Its Pharmacological Aspects and Reported Medicinal Plants Having Antidiabetic Activity. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine.* 411-420.

- Pertiwi, C. A. L. P. 2009. Mutu dan Umur Simpan Ubi Jalar Putih (*Ipomoea batatas* L.) Dalam Kemasan Plastik Pada Berbagai Suhu Penyimpanan. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Piyada, K., S. Waranyou, and W. Thawien. 2013. Mechanical, Thermal and Structural Properties of Rice Starch Films Reinforced with Rice Starch Nanocrystals. *International Food Research Journal*. 20 (1): 439-449.
- Puspita, S., A. Fitriyah, K. Mukhamad, Unus, F. Mukhamad, dan L. Triyana. 2005. Ekstraksi dan Stabilitas Antosianin Dari Kulit Buah Duwet (*Syzygium cumini*). *Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*. 16 (2).
- Rahmadhani, O. S. 2016. Uji Pengahambatan Aktivitas Enzim Alfa-Glukosidase dan Aktivitas Antioksidan Jahe, Kayu Manis, Kunyit Beserta Kombinasinya. (Skripsi). Universitas Lampung. Lampung.
- Rao, R. R., A. K. Tiwari, P. P. Reddy, K.S. Babu, A. Z. Ali, K. Madhusudana, dan J. M. Rao. 2009. New Furanoflavonoids, Intestinal -glucosidase Inhibitory and Free Radical (DPPH) Scavenging, Activity from Antihyperglycemic Root Extract of *Derris indica* (Lam). *Journal Bioorganic Medical Chemistry*. 17 (14) :5170–5175.
- Reddy, N. S., A. Nimmagadda, and K. R. Rao. 2003. An Overview of The microbial -Amylase Family. *African Journal of Biotechnology*. 2:645–648.
- Rein, M. J. 2005. Copigmentation Reactions and Color stability of Berry Anthocyanins. (Dissertation). EKT series 1331. Department of Applied Chemistry and Microbiology. University of Helsinki. 88 + 34 pp.
- Sajilata, M. G., R. S. Singhal, and P. R. Khulkarni. 2006. Resistant Starch-a review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 5:4-15.
- Santoso, W. E. A. dan T. Estiasih. 2014. Kopigmentasi Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas var.Ayamurasaki*) dengan Kopigmen Na-Kaseinat dan Protein Whey Serta Stabilitasnya terhadap Pemanasan. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2 (4) : 121-127.
- Saona, E. R. Luis and R. E. Wrolstad. 2001. Extraction, Isolation, and Purification of Anthocyanins. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*. F1.1.1-F1.1.11. John Wiley & Sons, Inc.
- Setiawan, B. dan E. Suhartono. 2005. Stress Oksidatif dan Peran Antioksidan Pada Diabetes Melitus. Majalah Kedokteran Indonesia. 55(2) : 86-91.
- Setyono, A., S. Yetti, dan Sudaryono. 1996. Penanganan Pasca Panen Ubi jalar. Prosiding Simposium Penelitian Tanaman Pangan III. Kinerja Penelitian Tanaman Pangan. Buku 4. Jagung, Sorgum, Ubi Kayu dan Ubi jalar. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.

- Sigma-Aldrich. 2017. -Glucosidase from *Saccharomyces cerevisiae*. www.sigmaaldrich.com. Diakses pada tanggal 18 Oktober 2017.
- Soemartono. 1984. *Ubi Jalar*. C.V Yasaguna. Jakarta.
- Steenis, C. G.G. J. 2003. *Flora*. PT Pradnya Paramita. Jakarta.
- Suda, I., T. Oki, M. Masuda, M. Kobayashi, Y. Nishiba, and S. Furuta. 2003. Physiological Functionality of Purple-fleshed Sweet Potatoes Containing Anthocyanins and Their Utilization in Foods. *JARQ*. 37(3):167-173.
- Sudoyo, B. Setyohadi, I. Alwi, M. Simadibrata, dan S. Setiati. 2006. *Inflammatory Bowel Disease Alur Diagnosis dan Pengobatannya di Indonesia*. Dalam : Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam Jilid I. Edisi IV. Pusat Penerbitan Departemen Ilmu Penyakit Dalam Fakultas Kedokteran Universitas Indonesia. Jakarta. p.386-390.
- Sugata, M., C. Y. Lin, and Y. C. Shih. 2015. Anti-inflammatory and Anticancer Activities of Taiwanese Purple-fleshed Sweet Potatoes (*Ipomoea batatas* L. Lam) Extract. Biomed Research International. [Http://dx.doi.org/10.1155/2015/768093](http://dx.doi.org/10.1155/2015/768093).
- Sulastri, Erlidawati, Syahrial, M. Nazar, dan T. Andayani. 2013. Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.) Hasil Budidaya Daerah Saree Aceh Besar. *Jurnal Rekayasa dan Lingkungan*. Banda Aceh. 9(3): 125-130.
- Suprapti, M. L. 2003. *Tepung Ubi Jalar* : Pembuatan dan Pemanfaatannya. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Syarief, R dan H. Halid. 1993. *Teknologi Penyimpanan Pangan*. Penerbit Arcan. Bandung.
- Takenaka, M., K. Nakayama, S. Isobe, and M. Maruta. 2006. Changes in Caffeic Acid Derivatives in Sweet Potato During Cooking and Processing. *Journal of Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry*. 70:172-177.
- Terahara, N., I. Konczak, H. Ono, M. Yoshimoto, and O. Yamakawa. 2004. Characterization of Acylated Anthocyanins in Callus Induced from Storage Root of Purple- Fleshed Sweet Potato. *Ipomoea batatas* L. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*. 5:279-286. [Http://www.hindawi.co.uk/openaccesi/jbb/volome_2004/s1110724304406056.pdf](http://www.hindawi.co.uk/openaccesi/jbb/volome_2004/s1110724304406056.pdf). Diakses pada 3 November 2016.
- Tjokroprawiro, A. 2007. *Ilmu Penyakit Dalam*. Airlangga University Press. Surabaya .
- Utami, P. A. K. 2016. Eksplorasi Enzim -Amilase, -Amilase, dan Amiloglukosidase Pada Berbagai Varietas Ubi Jalar. (Skripsi). Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

- Widiati, H. A. 2010. Karakterisasi Plasma Nutfah Ubi Jalar Berdaging Umbi Predominan Ungu. *Buletin Plasma Nutfah.* 16 (2): 85-89.
- Widiyarti, G., Susilowati, A., dan Aspiyanto. 2012. Aktivitas Inhibisi - Glukosidase Granular Teh Hijau (*Camellia Sinesis*) Grade Arraca Yabukita Hasil Diafiltrasi Menggunakan Membran Nanofiltrasi. *Jurnal Teknologi Indonesia.* 35 (1) : 33-39.
- Widowati, S. 2011. Diversifikasi Konsumsi Pangan Berbasis Ubi Jalar. *Artikel Pangan.* 20 (1): 49-61.
- Winarsi, H. 2007. Antioksidan Alami dan Radikal Bebas. Kanisius. Yogyakarta.
- Winarno, F. G. 1989. *Enzim Gizi dan Pangan.* PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 155 hlm.
- Winarno, F.G. 2004. *Kimia Pangan dan Gizi.* PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Winarti, S., U. Sarofa, dan D. Anggrahini. 2008. Ekstraksi dan Stabilitas Warna Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas L.*,) Sebagai Pewarna Alami. *Jurnal Teknik Kimia.* 3(1) : 207-214.
- Yamakawa, O. dan M. Yashimoto. 2002. Sweetpotato as Food Material with Physiological Functions. *Acta Horticulture.* 583 : 179-185.
- Yuliasri. 2012. Kajian Potensi Prebiotik Beberapa Jenis Ubi Jalar dan Pengembangan Formulasi Minuman Prebiotik. Balai Besar Industri Agro. Bogor.