



PERBEDAAN INDEKS GLIKEMIK PADA NASI PUTIH (*Oryza sativa*), UBI CILEMBU (*Ipomoea batatas cultivar cilembu*) dan UBI UNGU (*Ipomoea batatas cultivar ayumurasaki*)

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi (S1) di Fakultas Kedokteran Gigi dan memperoleh gelar Sarjana Kedokteran Gigi

Oleh

Inneke Andriani Sutanto

NIM 1111610101089

FAKULTAS KEDOKTERAN GIGI

UNIVERSITAS JEMBER

2015

PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

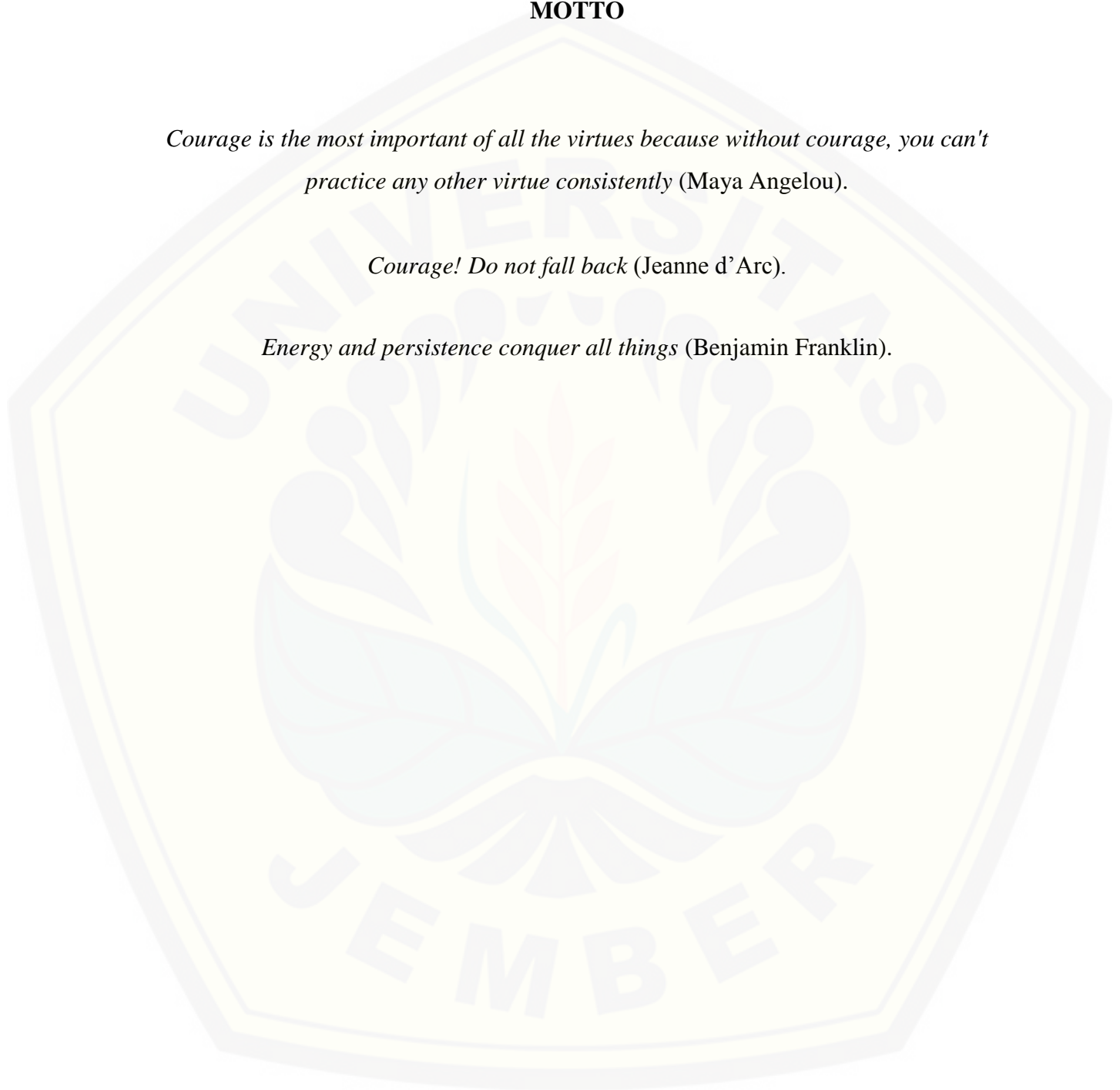
1. Tuhan Yesus Kristus, sebagai bentuk ucapan syukur kepadaNya;
2. Papi Singgih Sutanto dan Mami Linda Andriani yang tercinta;
3. Adik-adikku Monica Andriani Sutanto dan Yohanes Andrian Sutanto;
4. Keluarga besar Sutanto (Tan);
5. Almamater Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

MOTTO

Courage is the most important of all the virtues because without courage, you can't practice any other virtue consistently (Maya Angelou).

Courage! Do not fall back (Jeanne d'Arc).

Energy and persistence conquer all things (Benjamin Franklin).



PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

nama : Inneke Andriani Sutanto

NIM : 111610101089

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul “Perbedaan Indeks Glikemik pada Nasi Putih (*Oryza sativa*), Ubi Cilembu (*Ipomoea batatas cultivar cilembu*) dan Ubi Ungu (*Ipomoea batatas cultivar ayumurasaki*)” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, Oktober 2015

Yang menyatakan,

Inneke Andriani Sutanto

NIM 111610101089

SKRIPSI

**PERBEDAAN INDEKS GLIKEMIK PADA NASI PUTIH (*Oryza sativa*), UBI
CILEMBU (*Ipomoea batatas cultivar cilembu*) DAN UBI
UNGU (*Ipomoea batatas cultivar ayumurasaki*)**

Oleh

Inneke Andriani Sutanto

111610101089

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Prof. drg. Dwi Prijatmoko, PhD

Dosen Pembimbing Pendamping : drg. Sulistyani, M.Kes

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Perbedaan Indeks Glikemik pada Nasi Putih (*Oryza sativa*), Ubi Cilembu (*Ipomoea batatas cultivar cilembu*) dan Ubi Ungu (*Ipomoea batatas cultivar ayumurasaki*) diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Oktober 2015

Tempat : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Tim Penguji

Ketua,

Dr. drg. I Dewa Ayu Susilawati, M.Kes

NIP. 196109031986022001

Pembimbing I,

Prof. drg. Dwi Prijatmoko, PhD

NIP. 195808041983031003

Tim Penguji

Anggota,

drg. Dewi Kristiana, M.Kes

NIP. 197012241998022001

Pembimbing II,

drg. Sulistyani, M.Kes

NIP. 196601311996012001

Mengesahkan

Dekan

drg. Rahardyan Parnaadji, M. Kes Sp. Pros.

NIP. 19690112199601100

RINGKASAN

Perbedaan Indeks Glikemik pada Nasi Putih (*Oryza sativa*), Ubi Cilembu (*Ipomoea batatas cultivar cilembu*) dan Ubi Ungu (*Ipomoea batatas cultivar ayumurasaki*); Inneke Andriani Sutanto, 111610101089; 2015; 64 halaman; Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Indeks glikemik adalah ukuran kecepatan makanan diserap menjadi glukosa darah. Konsep penggolongan makanan berdasarkan indeks glikemik memiliki beberapa manfaat, salah satunya adalah sebagai acuan untuk memilih bahan makanan yang tepat sesuai dengan kebutuhan gizi seseorang. Nasi putih merupakan makanan sumber karbohidrat terbesar masyarakat Indonesia. Nasi putih memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi sehingga cocok dijadikan sebagai sumber energi. Selain nasi, umbi-umbian merupakan bahan makanan pokok untuk sebagian masyarakat Indonesia. Salah satu ubi yang sering dijadikan sebagai bahan makanan pokok adalah ubi jalar. Ubi jalar mempunyai keunggulan dan keuntungan bagi masyarakat Indonesia, yaitu ubi jalar mudah diproduksi, kandungan kalori yang cukup tinggi, cara penyajian hidangan yang mudah, dapat berfungsi sebagai substitusi dan suplementasi makanan sumber karbohidrat nasi putih, rasa tekstur yang sangat beragam dan mengandung vitamin dan mineral yang cukup tinggi sehingga dapat dikelompokkan sebagai bahan makanan sehat. Varietas ubi jalar yang cukup terkenal adalah ubi jalar varietas cilembu dan ubi jalar ungu. Makanan yang tinggi karbohidrat dapat dijadikan sebagai makanan pokok, tetapi adanya kandungan karbohidrat yang tinggi tidak dapat dijadikan acuan apakah makanan tersebut memberikan gizi yang cukup atau dapat mengatasi masalah gizi yang ada. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui indeks glikemik nasi putih, ubi cilembu dan ubi ungu agar dapat nantinya dapat diklasifikasikan dan menjadi data baru untuk acuan pemilihan bahan makanan.

Jenis penelitian ini adalah eksperimental klinis dengan rancangan penelitian *the pre and post test design*. Penelitian dilakukan di Laboratorium Bioscience RSGM Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember. Penelitian ini dilakukan pada 10 responden yang diminta untuk berpuasa 10-12 jam sebelum mengkonsumsi bahan makanan uji untuk diambil sampel darah puasa. Bahan makanan uji yang diberikan adalah nasi putih, ubi cilembu dan ubi ungu. Bahan makanan uji diganti tiap 7 hari sekali. Setelah bahan makanan uji telah habis dikonsumsi, subyek diambil sampel darahnya pada menit ke 15, 30, 60 dan 120. Dari kadar glukosa darah yang didapat, dihitung indeks glikemik setiap subyek dari semua bahan makanan uji. Analisis data menggunakan uji normalitas *Shapiro-Wilk* dan uji homogenitas *Levene test* serta dilanjutkan dengan uji parametrik One-Way Anova dengan uji *post hoc* LSD.

Analisis data menggunakan uji normalitas *Shapiro-Wilk* menunjukkan data terdistribusi normal dan uji homogenitas *Levene test* menunjukkan data homogen. Hasil penelitian menunjukkan indeks glikemik nasi putih adalah 72,89, ubi cilembu 65,74 dan ubi ungu 62,56. Uji One-Way Anova menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan ($p < 0,05$) pada indeks glikemik nasi putih terhadap ubi cilembu dan ubi ungu serta tidak terdapat perbedaan yang signifikan ($p > 0,05$) antara indeks glikemik ubi cilembu dan ubi ungu.

Kesimpulan dari penelitian ini adalah indeks glikemik tertinggi dari ketiga bahan makanan uji adalah nasi putih, diikuti ubi cilembu dan ubi ungu. Berdasarkan klasifikasi indeks glikemik, nasi putih memiliki indeks glikemik tinggi, sedangkan ubi cilembu dan ubi ungu termasuk ke dalam makanan dengan indeks glikemik sedang. Hal ini diduga dipengaruhi oleh cara memasak, kandungan serat pada makanan dan kandungan amilosa serta amilopektin. Saran dari penelitian ini, diantaranya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai indeks glikemik ubi jalar dengan cara masak yang berbeda, metode pengambilan sampel darah vena sebagai pengganti sampel darah kapiler, adanya penggalan informasi lebih lanjut mengenai

zat-zat mikro yang terkandung dalam nasi putih, ubi cilembu dan ubi ungu, serta peran GLUT terhadap absorpsi glukosa.



PRAKATA

Puji syukur ke hadirat Tuhan Yang Maha Kuasa karena hanya atas berkat dan karuniaNya maka penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Perbedaan Indeks Glikemik pada Nasi Putih (*Oryza sativa*), Ubi Cilembu (*Ipomoea batatas cultivar cilembu*) dan Ubi Ungu (*Ipomoea batatas cultivar ayumurasaki*)”. Skripsi ini disusun guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi (S1) di Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terimakasih kepada:

1. Papi Singgih Sutanto dan Mami Linda Andriani yang tercinta, yang telah memberikan dukungan, doa, kasih sayang dan semangat untuk menyelesaikan skripsi ini;
2. Adik-adikku, Monica Andriani Sutanto dan Yohanes Andrian Sutanto;
3. Prof. drg. Dwi Prijatmoko, PhD., selaku Dosen Pembimbing Utama dan drg. Sulistyani M.Kes., selaku Dosen Pembimbing Pendamping, yang telah meluangkan waktu dan pikiran dalam penulisan skripsi ini;
4. Dr. drg. I Dewa Ayu Susilawati, M. Kes., selaku Dosen Penguji Ketua dan drg. Dewi Kristiana sebagai Dosen Penguji Anggota yang telah meluangkan waktu untuk penulisan skripsi ini;
5. Stefanus Christian, yang telah menjadi partner saya dalam melakukan penelitian, yang juga telah memberikan dukungan, semangat, perhatian, dan kesabaran, serta selalu menemani dalam suka dan duka;
6. Christika Sindarta, Sheila Stefani Laksono, Fera Gunawan, sahabat-sahabat terbaik saya, yang selalu memberikan dukungan dan semangatnya hingga skripsi ini selesai pada waktunya;

7. drg. Gunawan Sutanto, drg. Rudy Santoso, drg. Maody, drg. Elmend Lorentzon, Samuel Rehuel, S.Kg, Lelek, serta keluarga besar Tan sebagai mentor, yang telah memberi inspirasi serta motivasi;
8. drg. Rahardyan Parnaadji, M.Kes, Sp.Pros., selaku Dekan Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember;
9. drg. Agustin Wulansuci, MD.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi dan nasehat selama ini;
10. Maria Devitha dan Selvia Magdalena, teman terbaik satu angkatan di FKG yang telah memberikan dukungan;
11. Teman-teman yang telah bersedia responden penelitian, yang namanya tidak bisa saya sebutkan satu persatu;
12. Gracecia Wongso, Liliani Saputri L., dan Vivi Felicia, kakak-kakak tingkat sepermainan yang selalu berbagi pengalaman dan memberikan motivasi;
13. Kakak-kakak, teman-teman dan adik-adik saudara seiman dalam UKSM PMKK Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember atas dukungan, doa dan kebersamaannya;
14. Teknisi Laboratorium *Bioscience* Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember yang telah membantu dalam penelitian skripsi ini;
15. Teman-teman angkatan 2011 atas segala kebersamaannya;
16. Semua pihak yang terlibat baik langsung maupun tidak langsung yang turut membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua.

Amin.

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN	ii
HALAMAN MOTTO	iii
HALAMAN PERNYATAAN	iv
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN	vii
PRAKATA.....	x
DAFTAR ISI.....	xii
BAB 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Karbohidrat	
2.1.1 Fungsi karbohidrat	4
2.1.2 Jenis karbohidrat	4
2.1.3 Digesti dan absorpsi karbohidrat	8
2.1.4 Metabolisme karbohidrat	17
2.2 Glukosa Darah	20
2.3 Indeks Glikemik	21
2.4 Nasi Putih (<i>Oryza sativa</i>).....	25
2.4.1 Klasifikasi tanaman padi.....	26
2.4.2 Kandungan nutrisi nasi putih	26
2.5 Ubi Jalar (<i>Ipomoea batatas</i>).....	27

2.5.1 Klasifikasi tanaman ubi jalar	27
2.5.2 Kandungan nutrisi ubi jalar.....	28
2.5.3 Ubi cilembu (<i>Ipomoea batatas cultivar cilembu</i>).....	28
2.5.4 Ubi ungu (<i>Ipomoea batatas cultivar ayumurasaki</i>).....	29
2.6 Hipotesis Penelitian	30
BAB 3. METODE PENELITIAN	
3.1 Jenis Penelitian.....	31
3.2 Waktu dan Tempat Penelitian.....	31
3.3.1 Tempat penelitian	31
3.3.2 Waktu penelitian	31
3.3 Populasi dan Sampel Penelitian.....	31
3.3.1 Kriteria subyek penelitian.....	31
3.3.2 Teknik pengambilan responden	31
3.3.3 Besar subyek.....	32
3.4 Identifikasi Variabel.....	32
3.4.1 Variabel bebas.....	32
3.4.2 Variabel terikat	32
3.4.3 Variabel kendali	32
3.5 Definisi Operasional	33
3.5.1 Konsumsi nasi putih, ubi cilembu dan ubi ungu.....	33
3.5.2 Indeks glikemik.....	33
3.5.3 Roti tawar putih	33
3.5.4 Nasi putih.....	33
3.5.5 Ubi cilembu dan ubi ungu.....	33
3.6 Alat dan Bahan Penelitian.....	34
3.6.1 Alat penelitian.....	34
3.6.2 Bahan penelitian	34
3.7 Prosedur Penelitian	34

3.7.1 Persiapan sebelum pengambilan darah	34
3.7.2 Konsumsi bahan makanan	35
3.7.3 Pengambilan sampel darah dan pengukuran glukosa	36
3.7.4 Penghitungan nilai indeks glikemik.....	37
3.8 Analisis Data.....	37
3.9 Alur Penelitian	38
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Penelitian	39
4.1.1 Pengukuran indeks massa tubuh.....	39
4.1.2 Pengukuran kadar glukosa darah	40
4.1.3 Penghitungan indeks glikemik.....	43
4.2 Analisis Data.....	44
4.3 Pembahasan.....	45
BAB 5. PENUTUP	
5.1 Kesimpulan	48
5.2 Saran	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN.....	52

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Peran enzim disakaridase	10
2.2 Reaksi dalam metabolisme bahan bakar	21
2.3 Klasifikasi indeks glikemik.....	22
2.4 Susunan zat gizi dalam 100 gram nasi putih.....	27
2.5 Susunan zat gizi dalam 100 gram ubi jalar	28
4.1 Hasil pengukuran Indeks Massa Tubuh (IMT) pada subyek	39
4.2 Kadar glukosa darah pada responden yang mengkonsumsi nasi putih.....	40
4.3 Kadar glukosa darah pada responden yang mengkonsumsi ubi cilembu.....	40
4.4 Kadar glukosa darah pada responden yang mengkonsumsi ubi ungu.....	41
4.5 Penghitungan indeks glikemik pada bahan makanan uji	43
4.6 Uji normalitas dan homogenitas.....	44
4.7 Uji parametrik	44

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Aktivitas enzim ptyalin dan enzim α -amilase pankreas.....	10
2.2 Aktivitas glucoamilase.....	11
2.3 Aktivitas isomaltase	12
2.4 Aktivitas trehalase.....	12
2.5 Aktivitas laktase glukosilseramidase	13
2.6 Interstitial brush border pada vili intestinum	14
2.7 Transpor glukosa terfasilitasi	15
2.8 Na^+ dependent dan <i>facilitative transpoter</i>	16
2.9 Peta konsep pencernaan karbohidrat.....	17
4.1 Grafik rata-rata kenaikan/penurunan kadar glukosa	42

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. <i>Ethical clearance</i>	52
B. <i>Informed consent</i>	53
C. Uji normalitas dan uji homogenitas	58
D. Uji parametrik	60
E. Alat dan bahan penelitian	64

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indeks glikemik adalah ukuran kecepatan makanan diserap menjadi glukosa darah (Salma, 2011). Indeks glikemik dideskripsikan juga sebagai respon glukosa darah terhadap makanan yang mengandung karbohidrat dalam takaran dan waktu tertentu (Priyatmoko, 2007). Konsep indeks glikemik pertama kali diperkenalkan oleh Jenkins pada tahun 1981 untuk mengklasifikasikan makanan berdasarkan efeknya terhadap postprandial glikemia (Brouns *et al.*, 2005).

Konsep penggolongan makanan berdasarkan indeks glikemik memiliki beberapa manfaat, salah satunya adalah sebagai acuan untuk memilih bahan makanan yang tepat sesuai dengan kebutuhan gizi seseorang (Wheat Food Council, 2009). Seseorang dengan masalah kekurangan gizi atau malnutrisi dapat dianjurkan untuk mengkonsumsi makanan yang memiliki indeks glikemik tinggi karena adanya kandungan zat gizi yang adekuat pada bahan makan tersebut, sedangkan seseorang yang memiliki masalah obesitas, dapat dianjurkan untuk mengkonsumsi makanan dengan indeks glikemik rendah. Hal ini dikarenakan makanan dengan indeks glikemik rendah dicerna dengan lambat oleh tubuh sehingga dapat memberikan rasa kenyang yang lebih lama. Selain manfaatnya sebagai acuan untuk memilih bahan makanan, konsep indeks glikemik dapat dimanfaatkan untuk terapi diet, contohnya pada seseorang dengan penyakit diabetes meilitus, dapat disarankan untuk mengkonsumsi makanan dengan indeks glikemik rendah karena efeknya dalam mengurangi peningkatan konsentrasi gula darah postprandial dan sekresi insulin. (FAO, 2007)

Kebutuhan kalori masyarakat Indonesia rata-rata adalah 1.500-2.000 kalori per hari. Kebutuhan kalori tiap orang tidak sama, hal ini disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain usia, jenis kelamin, berat badan, tinggi badan dan aktivitas. Sampai

saat ini nasi putih merupakan makanan pokok sebagian besar masyarakat Indonesia. Data Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2011 pada sampel 190.000 dengan orang dewasa berusia 18-45 tahun dari berbagai daerah di Indonesia, menunjukkan bahwa nasi menjadi makanan pemenuh kalori paling besar, yaitu 44% dari total asupan kalori perhari (Anna, 2015). Nasi putih berasal dari tanaman padi yang dalam prosesnya digiling menjadi beras dan dimasak dengan cara ditanak. Nasi putih memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi sehingga cocok dijadikan sebagai sumber energi. Selain nasi, umbi-umbian merupakan bahan makanan pokok untuk sebagian masyarakat Indonesia. Salah satu ubi yang sering dijadikan sebagai bahan makanan pokok adalah ubi jalar (Rukmana, 2003).

Di antara bahan pangan sumber karbohidrat, ubi jalar mempunyai keunggulan dan keuntungan bagi masyarakat Indonesia, yaitu ubi jalar mudah diproduksi, kandungan kalori yang cukup tinggi, cara penyajian hidangan yang mudah, dapat berfungsi sebagai substitusi dan suplementasi makanan sumber karbohidrat nasi putih, rasa tekstur yang sangat beragam dan mengandung vitamin dan mineral yang cukup tinggi sehingga dapat dikelompokkan sebagai bahan makanan sehat. (Zuraida dan Supriati, 2001)

Ubi jalar mempunyai banyak varietas, yang cukup terkenal adalah ubi jalar varietas Cilembu dan ubi jalar ungu. Ubi cilembu merupakan salah satu varietas ubi jalar yang terkenal di Indonesia, yang ditanaman di daerah Cilembu, Jawa Barat. Menurut penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Maulana (2014), jika dibandingkan dengan ubi jalar varietas yang lain, ubi cilembu mempunyai kelebihan yaitu rasanya yang manis seperti madu. Sedangkan ubi jalar ungu merupakan ubi jalar yang mempunyai warna daging ungu tua hingga kehitaman. Ubi jalar ungu dan ubi cilembu juga memiliki kandungan gizi yang baik dipercaya memiliki kandungan gizi yang hampir sama dengan nasi putih. (Lingga, 2001)

Makanan dengan kandungan kalori tinggi dapat dijadikan sebagai sumber karbohidrat, tetapi adanya kandungan karbohidrat yang tinggi tidak dapat dijadikan

acuan apakah makanan tersebut memberikan gizi yang cukup atau dapat mengatasi masalah gizi yang ada sehingga penulis merasa perlu melakukan penelitian untuk mengetahui indeks glikemik dari tiap bahan makanan tersebut agar nantinya dapat dijadikan informasi data indeks glikemik sehingga dapat bermanfaat untuk dijadikan acuan dalam pemilihan makanan sesuai dengan kebutuhan gizi orang yang mengkonsumsi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian diatas, maka rumusan masalah yang akan diteliti adalah : Apakah ada perbedaan indeks glikemik pada nasi putih (*Oryza sativa*), ubi Cilembu (*Ipomoea batatas cultivar cilembu*) dan ubi ungu (*Ipomoea batatas cultivar ayumurasaki*)?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah :

Untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan indeks glikemik pada nasi putih (*Oryza sativa*), ubi Cilembu (*Ipomoea batatas cultivar Cilembu*) dan ubi ungu (*Ipomoea batatas cultivar ayumurasaki*)

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat :

- a. Sebagai informasi mengenai perbedaan indeks glikemik nasi putih (*Oryza sativa*), ubi Cilembu (*Ipomoea batatas cultivar cilembu*) dan ubi ungu (*Ipomoea batatas cultivar ayumurasaki*)
- b. Sebagai informasi tambahan bagi klinisi kesehatan dalam menentukan diet untuk pasien yang mengalami masalah gizi.
- c. Informasi dan data dari penelitian ini diharapkan dapat membantu penelitian lanjutan mengenai indeks glikemik.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Karbohidrat

Karbohidrat merupakan senyawa organik yang mengandung karbon, hidrogen, dan oksigen. Karbohidrat terbentuk secara alami dengan fotosintesis pada tanaman (Brooker, 2005). Karbohidrat diperlukan tubuh dalam jumlah yang besar untuk menghasilkan energi atau tenaga. Kebutuhan yang besar akan karbohidrat disebabkan oleh karena karbohidrat akan terpakai habis di dalam tubuh dan tidak didaur ulang (Hartono, 2006).

2.1.1 Fungsi karbohidrat

Menurut Hartono (2006), fungsi karbohidrat di dalam tubuh, antara lain :

- a. sebagai sumber energi dan panas dalam tubuh,
- b. sebagai cadangan energi dalam bentuk glikogen yang disimpan di dalam hati dan otot,
- c. dapat dijadikan sebagai trigliserida dan simpanan energi dalam bentuk lemak tubuh,
- d. diubah menjadi asam-asam amino non esensial,
- e. menjaga agar protein tidak dijadikan sebagai sumber energi (*protein sparer*),
- f. menjadi bagian dari banyak senyawa dalam tubuh seperti DNA dan RNA.

2.1.2 Jenis karbohidrat

Karbohidrat dikelompokkan menjadi tiga kelompok besar, yaitu

a. Monosakarida

Monosakarida ($C_6H_{12}O_6$), yaitu gula yang paling sederhana dan terdiri dari molekul tunggal. Menurut jumlah atom karbon, monosakarida dibagi menjadi triosa

(3 karbon), tetrosa (4 karbon), pentosa (5 karbon), dan heksosa (6 karbon). (Suhardjo dan Kusharto, 1992)

Monosakarida yang paling banyak dibutuhkan di dalam tubuh adalah heksosa yang memiliki 6 atom karbon (Suhardjo dan Kusharto, 1992). Pada kelompok heksosa, terdapat tiga macam gula sederhana yang memiliki peranan gizi yang penting, yaitu

(1) Glukosa,

Glukosa disebut juga sebagai gula anggur atau dekstrosa. Glukosa dihasilkan sebagai produk pencernaan pati, sukrosa, maltosa, dan laktosa. Bentuk jadi glukosa dapat ditemui pada buah-buahan, jagung manis, sejumlah akar dan madu. (Hutagalung, 2004 ; Hartono, 2006)

Glukosa juga dapat ditemukan dalam aliran darah, disebut juga sebagai kadar gula darah dan mempunyai fungsi sebagai penyedia energi bagi seluruh sel-sel dan jaringan tubuh. Pada keadaan fisiologis kadar glukosa pada darah berkisar sekitar 80-120 mg%. Kadar glukosa yang meningkat melebihi normal disebut hiperglikemia, biasa dijumpai pada penderita diabetes mellitus. (Hutagalung, 2004)

Dalam keadaan normal, sistem saraf hanya akan menggunakan glukosa sebagai bahan bakar utama. Hal ini disebabkan oleh karena glukosa merupakan bentuk gula paling baik yang dapat segera dimanfaatkan oleh tubuh karena tidak membutuhkan perombakan untuk dapat digunakan. Glukosa relatif tidak mahal dan dapat ditambahkan ke dalam makanan cair untuk meningkatkan masukan karbohidrat tanpa mempengaruhi rasa makanan karena tingkat kemanisan glukosa hanya 60% dari gula tebu. (Piliang dkk., 2006)

(2) Fruktosa

Fruktosa dikenal juga sebagai gula buah atau levulosa, yang merupakan gula yang paling manis (Suhardjo dan Kusharto, 1992). Fruktosa banyak ditemukan pada mahkota bunga, madu dan hasil hidrolisis dari gula tebu. Di dalam tubuh, fruktosa merupakan hasil hidrolisis dari sukrosa. (Hutagalung, 2004)

(3) Galaktosa

Galaktosa tidak terdapat pada makanan melainkan dihasilkan melalui proses pencernaan laktosa dalam usus susu atau gula susu *in vivo* (Hutagalung, 2004 ; Tejasari, 2005). Pada proses metabolisme, galaktosa akan diubah menjadi glukosa sehingga dapat memasuki siklus Krebs (Suhardjo dan Kusharto, 1992)

b. Disakarida

Disakarida ($C_{12}H_{22}O_{11}$) merupakan gabungan antara dua monosakarida (Hutagalung, 2004). Jika molekul yang monosakarida yang bergabung lebih dari dua molekul, yaitu antara dua dan sepuluh, maka disebut oligosakarida (Hartono, 2006). Pada bahan makanan ada tiga jenis disakarida yang sering ditemukan, yaitu

(1) Sukrosa

Sukrosa merupakan gula yang sering digunakan dalam konsumsi sehari-hari, sehingga disebut gula meja (*table sugar*) atau gula pasir. Sukrosa terdiri dari dua molekul monosakarida, yang nantinya akan dipecah pada proses pencernaan, yaitu satu molekul glukosa dan satu molekul fruktosa. Sumber makanan yang mengandung sukrosa yaitu tebu (100% sukrosa), bit, gula nira (50%), selai dan jeli. (Hutagalung, 2004 ; Suhardjo, 1992)

(2) Maltosa

Maltosa atau gula malt dibentuk dari dua molekul glukosa. Maltosa dihasilkan pada proses pemecahan pati dan perkecambahan biji-bijian (Tejasari, 2005).

(3) Laktosa

Laktosa mempunyai dua molekul monosakarida, yaitu satu molekul glukosa dan satu molekul galaktosa. Laktosa hanya dijumpai pada air susu sehingga disebut gula susu. Pada seseorang dengan defisiensi enzim laktase, laktosa dapat menyebabkan adanya intoleransi (*lactose intolerance*). (Hutagalung, 2004 ; Sedioetama, 2010).

c. Polisakarida

Polisakarida merupakan karbohidrat kompleks yang tersusun dari lebih dari tiga ribu molekul monosakarida (Tejasari, 2005). Polisakarida memiliki rasa tawar. Beberapa polisakarida yang penting dalam tubuh, yaitu

(1) Amilum

Amilum atau pati merupakan sumber energi utama bagi orang dewasa di seluruh dunia. Amilum terbagi menjadi dua jenis, yaitu amilosa dan amilopektin. Amilum tidak dapat larut di dalam air dingin, tetapi larut di dalam air panas dan membentuk cairan pekat seperti pasta yang disebut gelatin. (Hartono, 2006).

Amilum disimpan dalam bentuk karbohidrat tanaman, yang bisa ditemukan di dalam biji-bijian, akar-akaran, umbi-umbian, dan buah yang belum matang. Dalam buah yang masak, amilum akan terurai menjadi glukosa dan fruktosa. (Hartono, 2006)

(2) Dekstrin

Dekstrin merupakan hasil hidrolisis parsial pati (Tejasari, 2005). Dekstrin adalah produk antara pada hidrolisis pati menjadi maltosa dan hasil akhirnya adalah glukosa. Dekstrin memiliki rasa yang lebih manis dan lebih mudah larut dibandingkan pati biasa. Salah satu produk hasil degradasi pati adalah sirup jagung yang dibuat dari pati jagung dan biasanya digunakan untuk meningkatkan viskositas pada pembuatan roti, bir, es krim atau buah-buahan dalam kaleng. (Piliang dkk., 2006)

(3) Glikogen

Glikogen adalah polisakarida yang memiliki rantai bercabang-cabang menyerupai amilopektin, yang mempunyai molekul besar dengan berat berkisar dari 1 juta hingga 4 juta molekul (Piliang dkk., 2006). Glikogen disebut juga pati hewani (*animal starch*) merupakan karbohidrat simpanan atau cadangan yang terdapat pada tubuh manusia dan hewan. Glikogen disimpan di dalam hati dan otot (Tejasari, 2005). Glikogen yang terdapat pada hati akan diubah menjadi glukosa untuk disirkulasikan ke bagian-bagian tubuh (Suhardjo dan Kusharto, 1992). Sedangkan glikogen di dalam

otot akan digunakan secara langsung untuk mencukupi kebutuhan energi (Muchtadi, 2011).

(4) Selulosa

Selulosa hanya ditemukan pada tumbuh-tumbuhan karena selulosa merupakan bagian dari dinding sel tumbuhan. Selulosa merupakan karbohidrat yang tidak dapat dicerna oleh manusia dikarenakan tidak adanya hormon untuk mencerna selulosa pada manusia. Namun, selulosa merupakan sumber serat yang dapat memperbesar volume feses sehingga dapat melancarkan proses defekasi. (Muchtadi, 2011; Piliang dkk., 2006)

Fungsi utama selulosa pada nutrisi manusia adalah sebagai penyedia bahan *bulky* yang tidak dapat dicerna sehingga dapat meningkatkan efisiensi kerja saluran usus, yang dapat disamakan dengan fungsi serat dalam makanan. Selulosa banyak terdapat dalam buah-buahan, lapisan sayuran luar, tangkai dan daun serta lapisan luar biji-bijian dan kacang-kacangan. (Piliang dkk., 2006)

2.1.3 Digesti dan absorpsi karbohidrat

a. Mulut dan lambung

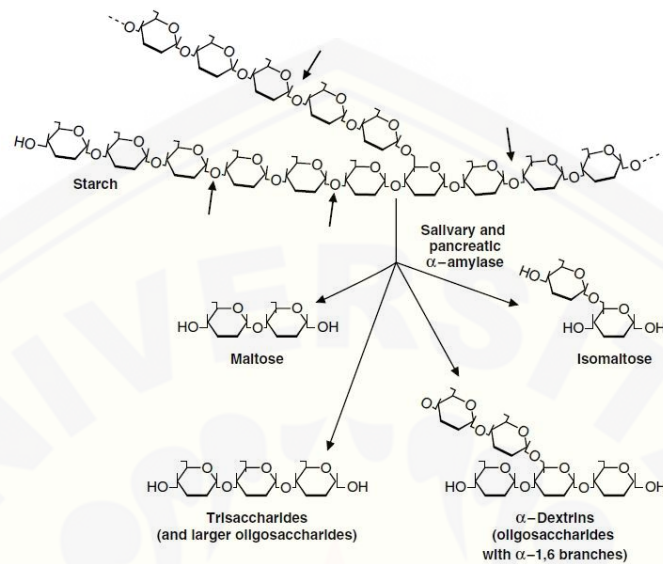
Digesti karbohidrat dimulai dari mulut. Dalam mulut terjadi pemecahan makanan secara mekanis dan kimiawi. Karbohidrat yang berasal dari makanan pokok, biasanya dikonsumsi dalam bentuk pati. Pemecahan karbohidrat dalam bentuk pati di dalam mulut terjadi secara mekanis dan kimiawi. Pemecahan mekanis dilakukan oleh gigi geligi dan pemecahan secara kimiawi dilakukan oleh enzim yang dihasilkan oleh kelenjar saliva. Adanya produksi saliva dikendalikan oleh saraf simpatis dan saraf parasimpatis. Kelenjar saliva akan melepaskan enzim ptyalin saat mengunyah makanan. Enzim ptyalin bekerja optimal pada pH 6,7 dan membutuhkan ion klorida. Enzim ptyalin menghidrolisis ikatan α -1,4 antara residu glukosil pada rantai polisakarida. Polisakarida yang lebih pendek, hasil dari hidrolisis enzim ptyalin disebut *limit dextrin*. Proses pencernaan dalam mulut merupakan proses pencernaan

terhadap pati yang relatif pendek karena tidak semua pati dipecah menjadi *limit dextrin* (Marks dan Lieberman, 2013). Makanan yang telah tercampur dengan saliva disebut dengan bolus (Guyton dan Hall, 2007).

Selanjutnya proses pencernaan makanan akan berlanjut ke dalam lambung. Makanan yang sudah masuk di dalam lambung disebut kimus (Guyton dan Hall, 2007). Proses pencernaan karbohidrat di dalam lambung terjadi lebih lama dibandingkan di dalam mulut. Hal ini disebabkan oleh karena tercampurnya saliva dengan makanan yang telah ditelan. Pada manusia normal pencernaan pati akan berlangsung 15-30 menit setelah makanan sampai ke dalam lambung. Setelah itu, enzim α -amilase akan di-nonaktifkan oleh cairan lambung (Marks dan Lieberman, 2013).

b. Usus halus

Proses digesti selanjutnya terjadi di duodenum, bagian atas dari usus halus. Saat bolus berada pada duodenum, bolus tersebut akan bercampur dengan cairan pankreas yang mengandung bikarbonat (HCO_3^-) akan menetralkan pH makanan yang masih asam dari lambung. Selain mengandung HCO_3^- , cairan pankreas juga mengandung enzim α -amylase pankreas (Gheta *et al.*, 2005). Enzim α -amilase pankreas mempunyai peran yang hampir sama dengan enzim ptyalin, tetapi enzim α -amilase bekerja lebih kuat karena dapat menghidrolisis ikatan interior pada pati, yang tidak dapat dipecah oleh enzim ptyalin. Agar enzim α -amilase pankreas dapat bekerja dengan optimal dibutuhkan pH antara 6,9-7,1 dan ion klorida. Enzim α -amylase pankreas akan menghidrolisis pati dan glikogen, yang nantinya akan dipecah menjadi disakarida dalam bentuk maltosa, trisakarida dalam bentuk maltotriosa dan oligosakarida (Lihat Gambar 2.1).



Gambar 2.1 Aktivitas enzim ptyalin dan enzim α -amilase pankreas (Marks dan Lieberman, 2013)

Oligosakarida disebut juga sebaga *limit dextrin*, biasanya mempunyai 4-9 ikatan glukosil yang memiliki satu atau lebih cabang α -1,6. Dua residu glukosil yang mempunyai ikatan glikosidik α -1,6 nantinya akan menjadi disakarida isomaltosa. Namun, pemecahan ini tidak dilakukan oleh enzim α -amilase karena α -amilase hanya dapat memisahkan glukosa dengan ikatan α -1,4 (Marks dan Lieberman, 2013).

Dalam usus halus terdapat juga enzim-enzim disakaridase yang berfungsi untuk memecah molekul-molekul disakarida menjadi monosakarida agar dapat diabsorpsi. Peran enzim disakaridase dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Peran enzim disakaridase (Marks dan Lieberman, 2013)

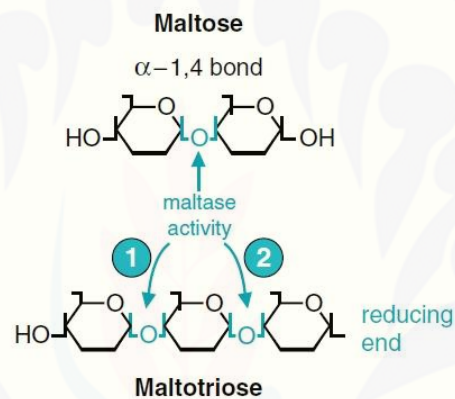
Enzim	Fungsi
Maltase	Mengubah maltosa \rightarrow 2 glukosa
Sukrase	Mengubah sukrosa \rightarrow 1 glukosa, 1 fruktosa
Laktase	Mengubah laktosa \rightarrow 1 glukosa, 1 galaktosa

Menurut Marks dan Lieberman (2013), disakarida dalam bentuk laktosa dan sukrosa akan dipecah menjadi monosakarida oleh perlekatan glikosidase *brush*

border membrane pada sel absorpsi. Aktivitas glukosidase yang dapat ditemukan pada 4 glikoprotein, yaitu glukoamilase, sukrose maltose kompleks, glikoprotein trihalase, dan laktase-glukosilseramidase.

(1) Glukoamilase

Glukoamilase merupakan eksoglukosidase yang spesifik, yang dapat memecah ikatan α -1,4 antara residu glukosil. Glukoamilase akan memulai mereduksi ujung sebuah polisakarida atau limit dextrin dan menghidrolisis ikatan untuk melepaskan monosakarida.



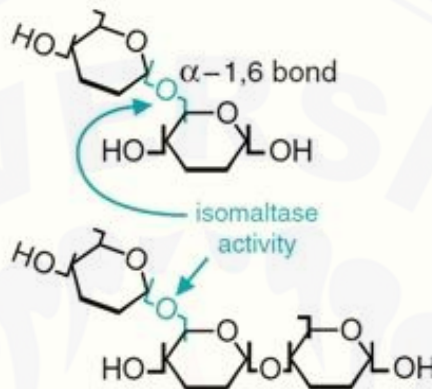
Gambar 2.2 Aktivitas glukoamilase (Marks dan Lieberman, 2013)

Glukoamilase akan mendigesti *limit dextrin* menjadi isomaltosa, yaitu disakarida dengan cabang α -1,6 yang nantinya akan dihidrolisis pada aktivitas *sucrase-isomaltase complex*, dimana maltotriosa dengan nomor 1 akan dihidrolisis, dilanjutkan maltotriosa pada posisi 2 (lihat Gambar 2.2). Aktivitas glukoamilase akan meningkat seiring dengan panjang usus kecil dan aktivitas terbesar terjadi pada ileum.

(2) *Sucrase-isomaltase complex*

Sucrase-isomaltase complex mempunyai struktur yang mirip dengan glukoamilase. *Sucrase-isomaltase complex* merupakan kompleks enzim sukrase dan isomaltase akan memecah sukrosa dan isomaltosa menjadi maltosa. *Sucrase-maltase* akan memisahkan sukrosa, maltosa dan maltotriosa, sedangkan isomaltase-maltase

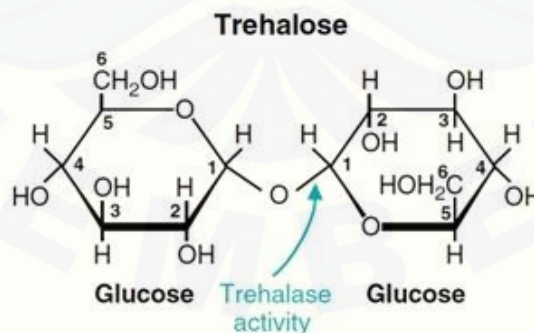
akan memisahkan ikatan α -1,6 pada *limit dextrin* dan ikatan α -1,4 pada maltosa dan maltotriosa. Aktivitas *sucrase-isomaltase* dapat dilihat pada Gambar 2.3. Aktivitas *sucrase-isomaltase* paling tinggi terjadi pada jejunum.



Gambar 2.3 Aktivitas *isomaltase* (Marks dan Lieberman, 2013)

(3) Trehalase

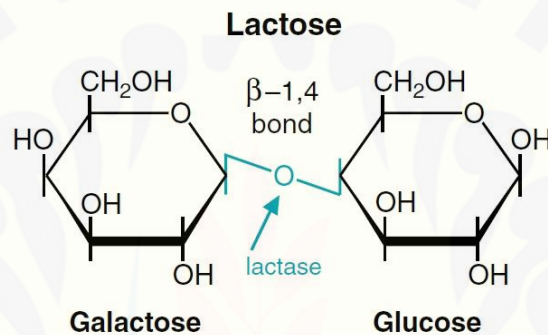
Trehalase mempunyai panjang setengah dari disakarida yang lain dan memiliki satu *catalytic site*, yang akan menghidrolisis ikatan glikosidik pada trehalosa, disakarida yang tersusun dari dua unit glukosil yang dihubungkan oleh ikatan α pada tiap karbon *anumeric*. Adanya aktivitas trehalase dapat dilihat pada Gambar 2.4.



Gambar 2.4 Aktivitas trehalase (Marks dan Lieberman, 2013)

(4) β – Glikosidase kompleks (Laktase glukosilseramidase)

Aktivitas dari enzim laktase akan bekerja pada fase β – Glikosidase kompleks, dimana enzim laktase merupakan β -galaktosidase. Enzim laktase akan memecah ikatan β -glikosidik antara glukosa dan galaktosa, serta residu hidrofobik misalnya glikolipid glukosilseramidase (lihat Gambar 2.5). Aktivitas β -galaktosidase paling tinggi terjadi pada jejunum.



Gambar 2.5 Aktivitas laktase glukosilseramidase (Marks dan Lieberman, 2013)

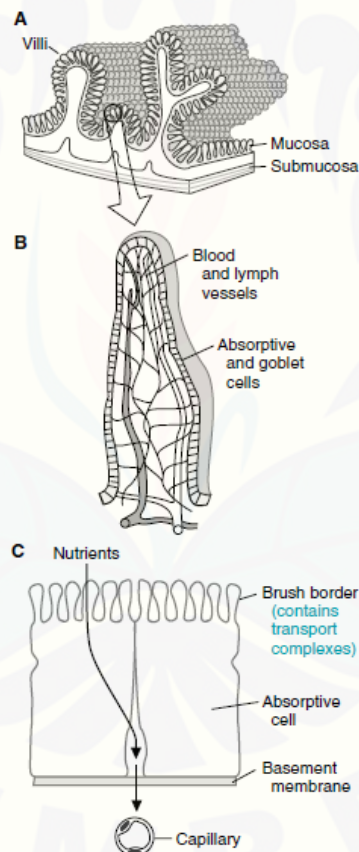
Proses pencernaan dan absorpsi glukosa ke dalam darah dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu ketahanan pati terhadap aktivitas kerja enzim, derajat enzim-enzim pencernaan dan adanya zat gizi lain dalam makanan yang mempengaruhi proses pencernaan, seperti lemak yang memperlambat absorpsi, serat, pektin yang dapat mengurangi kerja enzim. (Margie, 2008)

Glukosa yang telah diabsorpsi didistribusikan melalui pembuluh darah ke seluruh tubuh yang nantinya akan digunakan untuk sumber energi dan sebagian sisanya akan dijadikan cadangan energi. transpor glukosa ke dalam sel dilakukan dengan cara difusi terfasilitasi, yang dibantu dengan adanya aktivitas insulin. Adanya aktivitas insulin dapat mempercepat transpor glukosa yang berlangsung. (Guyton dan Hall, 2011)

c. Absorpsi intestinal

Transpor karbohidrat hanya terbatas pada monosakarida, yang artinya semua karbohidrat kompleks dan disakarida harus dicerna terlebih dahulu sebelum diserap. Usus halus memiliki 5 jenis sel epitel-sel epitel, yaitu sel kolumnar absorptif (enterosit), sel goblet, sel endokrin, sel Paneth dan sel M (microfold).

Pemecahan disakarida-disakarida dalam usus dilakukan oleh enzim glikosidase yang menempel pada membran pada *brush border absorptive cell* (lihat Gambar 2.2)

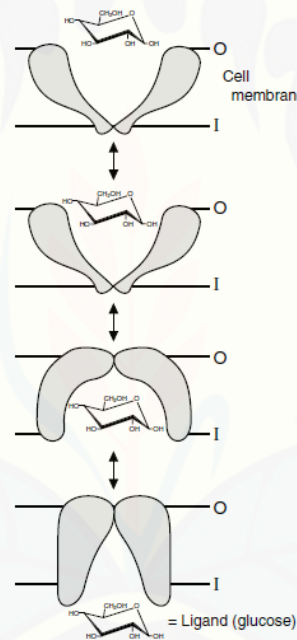


Gambar 2.6 *Interstitial brush border* pada vili intestinum, letak terjadinya pemecahan karbohidrat kompleks dan disakarida (Marks dan Lieberman, 2013)

Sebagian besar proses absorpsi berlangsung di usus halus dengan absorpsi tambahan air dan ion-ion di usus besar. Luas permukaan untuk absorpsi meningkat

sangat besar dengan terdapatnya vili yang berbentuk seperti jari dan oleh brush border pada permukaan luminal enterosit, yang terbentuk dari banyak mikrovili pada setiap sel (lihat Gambar 2.6)

Glukosa diedarkan pada sel-sel absorpsi usus halus melalui difusi terfasilitasi dan diangkut dengan *Na⁺ dependent facilitated transport*. Glukosa masuk ke dalam sel-sel absorpsi usus halus dengan cara berikatan dengan protein transpor, yaitu suatu membran protein yang mengikat molekul glukosa pada satu sisi dan melepaskan molekul glukosa pada sisi lainnya.(lihat Gambar 2.7)



Gambar 2.7 Transpor glukosa terfasilitasi. Transpor glukosa terjadi tanpa ada rotasi dari molekul glukosa. Beberapa kelompok gugus protein mengikat gugus hidroksil glukosa dan menutup “gerbang” agar dapat melepaskan molekul glukosa ke dalam sel. Transporter memiliki peran sebagai “gerbang” (keterangan I:dalam, O:luar) (Marks dan Lieberman, 2013)

Terdapat dua mekanisme protein transpor pada sel-sel absorpsi usus halus, yaitu

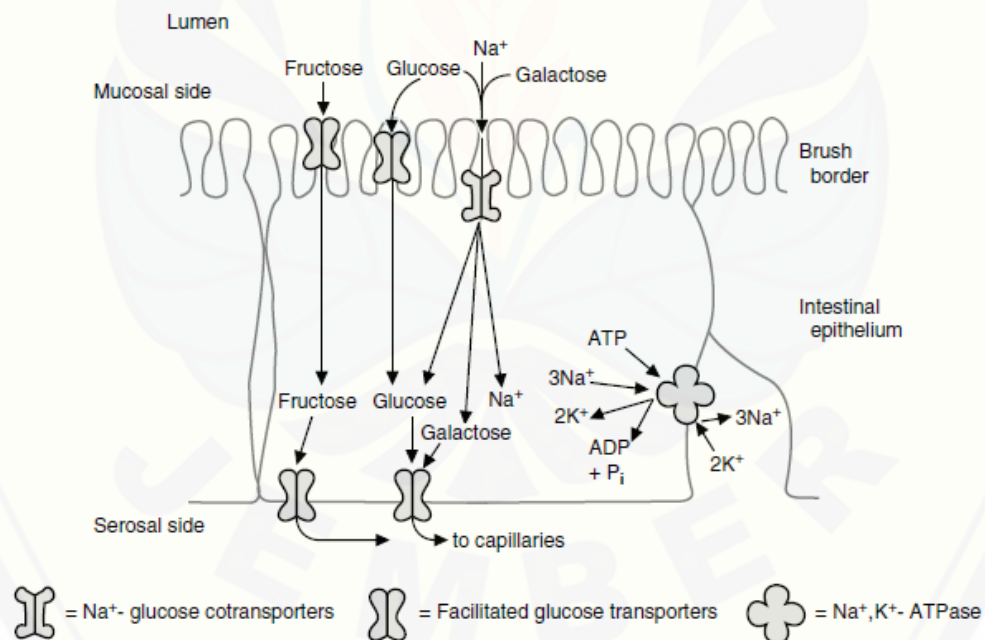
(1) *Na⁺ dependent transporter*

Transporter Na^+ terletak pada sisi lumen sel-sel absorpsi, yang dapat melepaskan glukosa dari lumen intestinal. Konsentrasi intraseluler Na^+ yang rendah

diatur oleh Na^+ , K^+ -ATPase pada sisi serosal sel absorpsi yang menggunakan energi dari celah ATP untuk memompa Na^+ keluar dari sel masuk kedalam darah. Pada mekanisme ini, transpor glukosa dilakukan dari lingkungan lumen yang memiliki konsentrasi rendah ke sel yang memiliki konsentrasi tinggi, dibantu oleh *cotransport* Na^+ (*secondary active transport*).

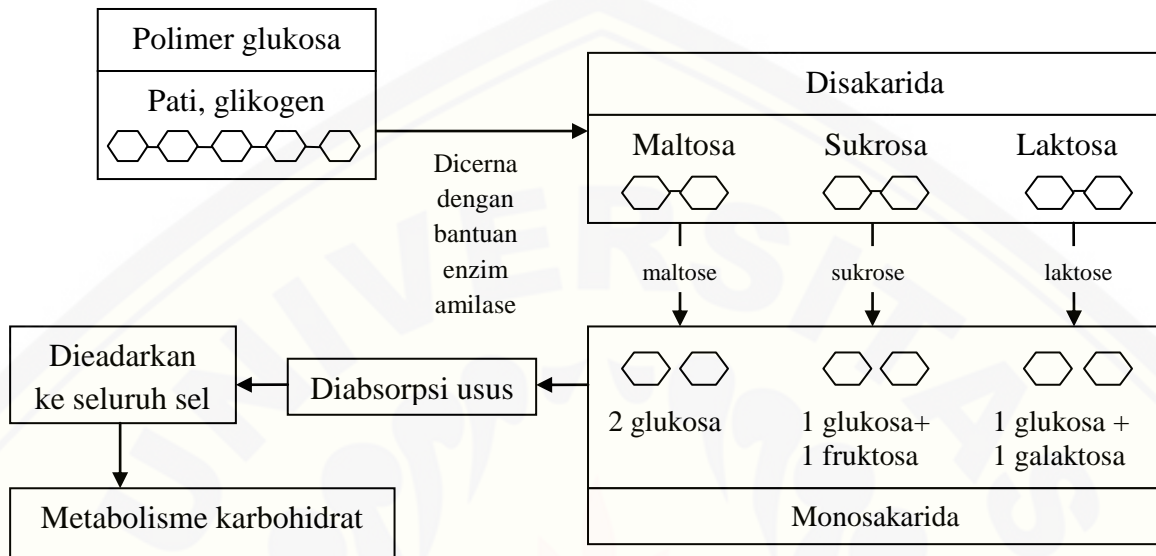
(2) Difusi terfasilitasi oleh transporter glukosa

Transporter glukosa yang tidak mengikat Na^+ terletak pada sisi serosal sel. Glukosa dapat berpindah dengan transporter terfasilitasi dari konsentrasi tinggi di dalam sel ke konsentrasi yang lebih rendah, yaitu didalam darah tanpa perlu melepaskan energi. transporter glukosa terdapat juga pada sisi luminal sel absorpsi. Ada beberapa jenis transporter glukosa yang dapat ditemukan pada membran plasma sel, yang disebut sebagai GLUT 1 - GLUT 5. Na^+ tidak termasuk ke dalam golongan GLUT 1 - GLUT 5. (lihat Gambar 2.8)



Gambar 2.8 Na^+ dependent dan facilitative transporter pada epitel sel intestinal. (Marks dan Lieberman, 2013)

Ringkasan pencernaan karbohidrat dapat dilihat pada Gambar 2.9



Gambar 2.9 Peta konsep pencernaan karbohidrat

2.1.4 Metabolisme karbohidrat

Metabolisme karbohidrat merupakan proses pemecahan karbohidrat di dalam tubuh makhluk hidup. Metabolisme karbohidrat menunjukkan bermacam-macam proses biokimia yang bertanggung jawab atas pembentukan, pemecahan dan interkonversi karbohidrat dalam makhluk hidup. Tanaman akan mensintesis glukosa dari gas CO₂ dalam atmosfer dan air melalui proses fotosintesis, dan kemudian menyimpannya dalam bentuk pati atau lipida. Komponen tanaman tersebut akan dimakan oleh hewan, termasuk manusia dan digunakan sebagai sumber energi dalam proses respirasi sel. (Muchtadi, 2011)

Tubuh manusia memiliki kemampuan untuk melakukan respirasi aerobik dan melakukan metabolisme glukosa dengan bantuan oksigen untuk melepaskan energi serta menghasilkan CO₂ dan air sebagai hasil samping. Oksidasi 1 gram karbohidrat akan menghasilkan energi sebesar 4 kkal. Energi yang dihasilkan dari metabolisme akan disimpan dalam sel dalam bentuk *adenotrphosphat* (ATP). (Piliang dkk., 2006)

Kelebihan glukosa dari hasil metabolisme akan disimpan dalam bentuk polimer yang memiliki ikatan glikosidik, yaitu glikogen, yang nantinya dapat digunakan sebagai cadangan energi. Glikogen tidak efektif jika disimpan dalam jumlah yang tinggi karena kuatnya afinitas karbohidrat terhadap air. Oleh karena itu, glukosa yang masih berlebih akan diubah sebagai lemak dan disimpan dalam jaringan adiposa dan digunakan sebagai cadangan energi. (Adugna *et al.*, 2004) Namun, manusia tidak mempunyai enzim yang cukup untuk mengubah lemak dalam bentuk asam lemak menjadi glukosa pada glukoneogenesis sehingga tubuh akan membentuk glukosa dari asam amino jika tidak terdapat suplai glukosa yang cukup. Kadar glukosa dalam darah diatur oleh dua macam hormon, yaitu insulin dan glukagon. Insulin dan glukagon berperan dalam menjaga keseimbangan kadar glukosa dalam darah karena adanya penurunan atau peningkatan glukosa dalam darah akan menyebabkan gangguan kesehatan. (Gheta *et al.*, 2

(1) Pati dan glukosa

Masukan karbohidrat yang dikonsumsi akan dicerna oleh enzim α -amilase dan diserap sebagai monosakarida pada duodenum dan jejunum. Glukosa dan galaktosa akan melewati mikrovili dan masuk ke dalam aliran darah dengan cara transpor aktif, sedangkan fruktosa secara difusi. Protein pembawa glukosa dan galaktosa adalah protein SGLT1 (*Sodium dependent Glucose Transporter 1*) yang mengangkut glukosa dan galaktosa dari permukaan usus halus ke dalam *brush border enterocyte* dengan bantuan energi dari Na^+ gradient dan GLUT (*Glucose Transporter 2*) secara pasif memindahkan monosakarida melewati membran sel, kemudian monosakarida akan berdifusi ke saluran darah kapiler. Sedangkan untuk fruktosa, protein pembawanya ada dua jenis yaitu GLUT5 (*Glucose Transporter 5*), yang berperan membawa mengangkut fruktosa menembus *brush border* dan GLUT2 (*Glucose Transporter 2*) yang secara pasif memindahkan fruktosa melewati membran sel. (Muchtadi, 2011)

Hasil pencernaan sukrosa dan laktosa yang berupa fruktosa dan galaktosa akan diubah oleh sel-sel dalam hati sebagai glukosa. Selanjutnya, glukosa dibawa ke

hati melalui pembuluh darah vena porta, setelah itu akan dialirkan ke seluruh jaringan tubuh yang memerlukan. Setelah glukosa masuk ke dalam sel, glukosa akan mengalami metabolisme karbohidrat yang dimulai dari fosforilasi glukosa, glikolisis, siklus krebs dan siklus asam sitrat yang berfungsi untuk menghasilkan adenosin trifosfat (ATP). (Marks dan Lieberman, 2013)

(2) Fruktosa

Ada perbedaan antara penyerapan yang terjadi pada glukosa dan fruktosa. Saat disakarida, misalnya sukrosa masuk ke dalam usus halus, sukrosa akan dihidrolisis menjadi dua unit monosakarida yaitu glukosa dan fruktosa oleh enzim disakaridase. Glukosa akan diserap oleh usus halus pada bagian duodenum atas dengan mekanisme *Na-glucose co-transporter*, sedangkan fruktosa akan diserap oleh usus halus pada bagian duodenum bawah dan jejunum melalui proses yang tidak tergantung pada natrium. Setelah terjadi penyerapan, glukosa dan fruktosa akan masuk ke aliran darah. yang nantinya akan diangkut ke hati. Di hati, fruktosa akan diubah menjadi glukosa, atau diangkut ke jaringan lain. (Gheta *et al.*, 2007)

Adanya penambahan fruktosa ke dalam glukosa yang dikonsumsi akan meningkatkan sintesis glikogen ke dalam hati subyek manusia dan menurunkan respon glikemik penderita diabetes tipe 2 (Petersen *et al.*, 2001). Glukosa masuk ke dalam sel dengan mekanisme transpor (Glut-4) yang pada sebagian besar jaringan tergantung pada insulin. Insulin mengaktivasi reseptor insulin, yang kemudian meningkatkan densitas transporter glukosa pada permukaan sel, sehingga dapat memfasilitasi masuknya glukosa ke dalam sel. Setelah berada di dalam sel, glukosa difosforilasi oleh glukokinase menjadi glukosa-6-fosfat. Glukosa-6-fosfat akan memulai metabolisme glukosa intraseluler. Sedangkan pada metabolisme fruktosa, fruktosa memasuki sel dengan mekanisme transpor *Glut-5-transporter* yang tidak tergantung pada insulin. Transporter ini tidak ditemui pada otak dan sel-sel beta pankreas, yang menunjukkan fruktosa tidak dapat masuk ke dalam jaringan tersebut

sehingga fruktosa tidak dapat menimbulkan sinyal kenyang (*satiety signal*) seperti glukosa pada otak. (Muchtadi, 2011)

Setelah berada di dalam sel, fruktosa difosforilasi membentuk fruktosa-1-fosfat. Pada bentuk ini, fruktosa akan dipecah oleh enzim aldolase untuk membentuk triosa yang mempunyai peran penting untuk sintesis fosfolipid dan triasilgliserol. Fruktosa juga menyediakan atom karbon untuk sintesis asam lemak rantai panjang. (Muchtadi, 2011)

Dengan adanya sekresi *glucose-dependent insulinotropic polypeptide* dan *glucagons-like peptide-1* dari saluran pencernaan, glukosa yang bersirkulasi dalam darah akan meningkatkan pelepasan insulin dari pankreas. Secara *in vitro*, fruktosa tidak menstimulir sekresi insulin, yang kemungkinan disebabkan karena sel-sel β -pankreas kekurangan pentranspor fruktosa yaitu GLUT-5. Oleh karena hal itu, jika fruktosa diberikan sebagai bahan makanan campuran peningkatan kadar glukosa dan insulin jauh lebih rendah jika dibandingkan pemberian glukosa dalam jumlah yang sama, tetapi konsumsi fruktosa secara berlebihan dapat meningkatkan kadar asam laktat dan sedikit peningkatan panas tubuh (*diet induced thermogenesis*). Hal tersebut menunjukkan bahwa fruktosa dan glukosa memberikan pengaruh metabolik yang berbeda. (Muchtadi, 2011)

2.2 Glukosa Darah

Glukosa yang berada di dalam darah, biasa disebut sebagai kadar glukosa darah (Salma, 2011). Adanya sirkulasi glukosa dalam darah bertujuan untuk menyediakan sumber energi bagi sel-sel tubuh dan sebagai sumber untuk sintesis komponen-komponen lain dalam tubuh. Kadar glukosa dalam tubuh diatur oleh beberapa mekanisme. (Piliang dkk., 2006)

Pada saat puasa, yaitu sebelum makan pagi, atau sekurang-kurangnya 12 jam setelah makan, konsentrasi gula darah normal berada pada kisaran 70-100 mg/dl. Sesudah memakan makanan yang mengandung karbohidrat, kadar gula darah dapat

meningkat sampai 140 mg/dl dan turun mencapai kadar normal setelah 1 atau 2 jam kemudian. Glukosa darah 70-100 mg/dl pada saat puasa disebut nomoglycemia, yaitu keadaan glukosa normal pada darah. Adanya mekanisme yang tidak normal dapat mengakibatkan hipoglikemia atau hiperglikemia. Hipoglikemia adalah kondisi dimana glukosa darah berada di bawah normal dan hiperglikemia adalah kondisi dimana glukosa darah berada di atas normal. (Rimbawan dan Siagian, 2004)

Pada kondisi absorpsi makanan, kadar glukosa akan meningkat dalam darah. Sedangkan setelah puasa kadar glukosa yang ada pada darah akan menurun. Kondisi tersebut diatur oleh beberapa reaksi yang bertujuan untuk mempertahankan keadaan normal glukosa darah (Margie, 2008). Reaksi-reaksi tersebut dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Reaksi dalam metabolisme bahan bakar (Lauralee, 2011 dalam Enhas, 2014)

Proses Metabolik	Reaksi	Konsekuensi
Glikogenesis (anabolisme)	Glukosa \rightarrow glikogen	\downarrow glukosa darah
Glikogenolisis (katabolisme)	Glikogen \rightarrow glukosa	\uparrow glukosa darah
Glukoneogenesis (anabolisme)	Asam amino \rightarrow glukosa	\uparrow glukosa darah
Glikolisis (anabolisme)	Glukosa \rightarrow ATP	\downarrow glukosa darah

2.3 Indeks Glikemik

Indeks glikemik adalah ukuran kecepatan makanan diserap menjadi gula darah (Salma, 2011). Menurut Rimbawan dan Siagian (2004) indeks glikemik merupakan tingkatan pangan menurut efeknya terhadap kadar gula darah.

Dalam penelitian Jenkins et al (1981), indeks glikemik didefinisikan sebagai nilai yang didapatkan dari perbandingan kurva respon glukosa darah dari 50 gram glukosa murni dengan jumlah glukosa yang setara pada pangan acuan terhadap satu subjek yang sama. Sampel darah diambil pada waktu puasa dan interval 30 menit setelah 2 jam setelah konsumsi karbohidrat. Luas area di bawah atau di atas kurva

glukosa dihitung, dan ditunjukkan sebagai persentase luas area yang diperoleh setelah mengonsumsi 50 gram glukosa. Untuk memperoleh nilai indeks glikemik, dapat dihitung dengan rumus :

$$\text{Indeks glikemik} = \frac{\text{Luas area di bawah kurva respon glukosa darah setelah mendapat pangan yang diukur IG}}{\text{Luas area di bawah kurva respon glukosa darah setelah mendapat bahan makanan acuan}}$$

Dari hasil penghitungan indeks glikemik, nilai indeks glikemik makanan tersebut dapat diklasifikasikan sesuai dengan kisaran nilai indeks glikemik yang ada pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Klasifikasi indeks glikemik (Rimbawan dan Siagian, 2004)

Klasifikasi	Kisaran Nilai IG
Bahan pangan dengan IG rendah	<55
Bahan pangan dengan IG sedang	55-69
Bahan pangan dengan IG tinggi	>79

Bahan pangan yang memiliki indeks glikemik yang tinggi akan dengan cepat menaikkan kadar glukosa darah, sedangkan bahan pangan yang memiliki indeks glikemik yang rendah akan lambat dalam menaikkan kadar glukosa darah. (Rimbawan dan Siagian, 2004)

Nilai indeks glikemik dihitung berdasarkan perbandingan antara luas kurva kenaikan glukosa darah setelah mengonsumsi pangan rujukan terstandar, seperti glukosa atau roti tawar (Brouns *et al.*, 2005). Menurut Hoerudin (2012), bahan pangan dengan indeks glikemik yang tinggi dan rendah dapat dibedakan berdasarkan pencernaan dan penyerapan glukosa serta fluktuasi kadarnya dalam darah. Bahan makanan dengan indeks glikemik rendah mengalami proses pencernaan yang lambat, sehingga laju pengosongan perut akan berlangsung lambat. Hal ini akan

menyebabkan suspensi pangan lebih lambat mencapai usus kecil sehingga fluktuasi kadar glukosa darah pun relatif kecil.

Faktor-faktor yang mempengaruhi indeks glikemik pada pangan antara lain adalah kadar serat, perbandingan amilosa dan amilopektin (Rimbawan dan Siagian, 2004), daya cerna pati, kadar lemak dan protein, dan cara pengolahan (Ragnhild *et al.*, 2004). Nilai indeks glikemik dari suatu makanan dapat dipengaruhi oleh faktor-faktor berikut :

a. Proses pengolahan

Proses pengolahan makanan yang berbeda akan memberikan kadar indeks glikemik yang berbeda. Pengolahan makanan mempunyai tujuan untuk menyiapkan bahan makanan agar dapat dikonsumsi oleh manusia. Hal-hal yang diperhatikan pada saat pengolahan makanan adalah perubahan pada kualitas sensorik makanan, yaitu tekstur, rasa, aroma, bentuk dan warna (FAO, 2007)

Proses pengolahan dapat menyebabkan adanya peningkatan kadar indeks glikemik makanan dibandingkan dengan indeks glikemik dari makanan yang tidak diolah. Hal ini disebabkan karena setelah melalui proses pengolahan, makanan akan semakin mudah dicerna dan diserap oleh tubuh sehingga kadar glukosa darah dapat meningkat dengan cepat. Proses pemanasan dan pemasakan akan menyebabkan terjadinya gelatinisasi pada pati. Dengan adanya proses pecahnya granula pati, molekul pati akan lebih mudah dicerna karena enzim pada usus mendapatkan tempat bekerja yang lebih luas. Hal ini menyebabkan adanya kenaikan indeks glikemik makanan. (Rimbawan dan Siagian, 2004)

b. Kadar amilosa dan amilopektin

Amilosa dan amilopektin merupakan penyusun pati dalam bahan pangan. Komponen amilosa merupakan polisakarida tak bercabang, yang terdiri dari 50-500 unit glukosa sehingga sulit tergelatinisasi dan sulit dicerna tubuh. Amilopektin merupakan struktur pati sederhana yang bercabang dan memiliki struktur rantai

terbuka dan berukuran lebih besar, sehingga dapat dicerna dengan baik. Amilopektin memiliki molekul glukosa lebih dari 100 unit.

Adanya kandungan amilosa dan amilopektin menyebabkan adanya perbedaan daya cerna terhadap suatu bahan makanan. Bahan makanan yang memiliki kandungan amilosa lebih tinggi dibandingkan amilopektin akan menyebabkan respon gula darah lebih rendah dibanding bahan makanan yang memiliki kandungan amilopektin lebih tinggi. (Muchtadi, 2011)

c. Keasaman dan daya osmotik pangan

Jenis gula yang berbeda akan menghasilkan indeks glikemik yang berbeda, baik dari jenis gula monosakarida maupun disakarida. Makanan yang mengandung sukrosa dalam jumlah besar memiliki indeks glikemik mendekati 60. Sukrosa tidak menaikkan kadar gula darah lebih tinggi dibandingkan dengan karbohidrat kompleks lainnya, seperti roti. Beberapa buah memiliki indeks glikemik rendah dan sebagian memiliki indeks glikemik tinggi, contohnya ceri dengan indeks glikemik 23 dan semangka dengan indeks glikemik 72. (Hoerudin, 2012)

Kaitan indeks glikemik dengan kekuatan osmotik (jumlah molekul per milimeter larutan) suatu pangan dapat menyebabkan IG menurun (Rimbawan dan Siagian, 2004)

d. Kandungan serat pangan

Jenis serat berpengaruh terhadap indeks glikemik suatu bahan makanan. Bentuk utuh serat dapat bertindak sebagai penghambat fisik pada pencernaan. Akibatnya, indeks glikemik cenderung rendah (Miller *et al.* 1996 dalam Maulana, 2014). Serat terlarut dapat menurunkan respon indeks glikemik pangan secara nyata, sedangkan serat kasar mempertebal kerapatan campuran makanan dalam saluran pencernaan dan menghambat pergerakan enzim, proses pencernaan menjadi lambat sehingga hasil

akhir yang diperoleh adalah respon gula darah akan lebih rendah. Selain itu, serat terlarut dapat menurunkan gula secara signifikan (Brennan, 2005).

Makanan berserat tinggi dapat meningkatkan pelebaran lambung yang juga berkaitan dengan peningkatan rasa kenyang. Serat terfermentasi juga mendorong peningkatan hormon usus, seperti *glucolike peptide-1* yang berkaitan dengan sinyal rasa lapar. Beberapa serat terutama yang mudah larut dapat menurunkan seluruh lemak dan protein pada tubuh. (Maulana, 2014)

e. Kadar anti zat gizi

Zat anti-gizi merupakan zat yang dapat menurunkan nilai gizi dari suatu makanan (Hartono, 2006). Zat anti gizi berpotensi menyebabkan efek merugikan untuk tubuh. Beberapa makanan secara alamiah memiliki zat anti-gizi yang dapat menyebabkan keracunan jika dikonsumsi melebihi dosis yang dianjurkan, seperti singkong yang mengandung asam sianida (HCN) yang memiliki sifat beracun jika tidak diolah sampai benar-benar masak. Zat anti gizi tersebut secara tidak langsung dapat memperlambat laju pencernaan pada tubuh sehingga IG pangan akan menurun. (Rimbawan dan Siagian, 2004)

Penelitian oleh Bahado-Singh, Riley, Wheatley, dan Lowe (2011) menyatakan bahwa pemberian produk ubi jalar dalam keadaan dingin dapat mempengaruhi struktur pati ubi jalar, yaitu terjadi proses retrogradasi pati yang menyebabkan ikatan hidrogen pada pati mengalami kristalisasi, sehingga terjadi proses melambatnya penyerapan dan daya cerna pati pada tubuh sehingga mengakibatkan indeks glikemik produk olahan cenderung lebih rendah.

2.4 Nasi Putih (*Oryza sativa*)

Padi merupakan tanaman pangan berupa rumput berumpun, yang berasal dari dua benua, yaitu Asia dan Afrika Barat tropis dan subtropis. Batang padi berbuku dan berongga. Dari buku batang tumbuh anakan atau daun. Dari buku terakhir pada tiap

anakan nantinya akan muncul bunga. Akar padi adalah akar serabut yang sangat efektif dalam penyerapan hara, tetapi peka terhadap kekeringan. Akar padi terkonsentrasi pada kedalaman antara 10-20 cm. Biji padi mengandung butiran pati amilosa dan amilopektin dalam endosperm. Perbandingan kandungan amilosa dan amilopektin akan mempengaruhi mutu dan rasa nasi (pulen, pera, atau ketan) (Purwono dan Purnamawati, 2007)

Beras merupakan butir padi yang telah dibuang kulit luarnya (sekam) yang menjadi dasar dedak kasar. Beras merupakan bahan makanan yang cocok untuk sebagian besar rakyat Indonesia dan penduduk daerah tropis lainnya (Sediaoetama, 2010).

2.4.1 Klasifikasi tanaman padi

Dalam sistematika (taksonomi) tanaman padi, diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae (tumbuh-tumbuhan)
Subkingdom	: Tracheobionta (tumbuhan berpembuluh)
Divisio	: Spermatophyta (tumbuhan berbiji)
Subdivisio	: Angiospermae (biji tertutup)
Kelas	: Monocotyledonae (biji berkeping tunggal)
Ordo	: Poales
Famili	: Poaceae
Genus	: <i>Oryza</i>
Species	: <i>Oryza sativa L</i>

2.4.2 Kandungan nutrisi nasi putih

Kandungan gizi dalam 100 gram padi dapat dilihat pada Tabel 2.4

Tabel 2.4 Susunan zat gizi dalam 100 gram nasi putih (Departemen Kesehatan RI, 2007)

Zat Gizi	Kadar
Energi	363 kal
Protein	7,6 g
Lemak	1,1 g
Karbohidrat	78,3 g

2.5 Ubi Jalar (*Ipomoea batatas*)

Ubi jalar (*Ipomoea batatas*) merupakan tanaman ubi-ubian yang tergolong tanaman semusim. Ubi jalar diduga berasal dari benua Amerika dan mulai menyebar ke seluruh dunia, terutama ke negara-negara yang memiliki iklim tropis (FAO, 2004). Ubi jalar mempunyai umur yang pendek karena hanya satu kali bereproduksi setelah itu mati (Rukmana, 2003)

Menurut Suprpti (2003), tanaman ubi jalar memiliki ciri-ciri susunan tubuh utama terdiri atas batang, daun, bunga, buah, biji dan umbi, batang tanaman berbentuk bulat, tidak berkayu dan berbuku-buku, tipe pertumbuhan tegak dan merambat atau menjalar dan panjang batang tipe tegak 1 m – 2 m, sedangkan pada tipe merambat 2 m – 3 m.

Menurut Juanda dan Cahyono (2000), berdasarkan warna ubi jalar dikelompokkan menjadi beberapa golongan yaitu :

- a. Ubi jalar putih, yaitu jenis ubi jalar yang dagingnya berwarna putih
- b. Ubi jalar kuning, yaitu jenis ubi jalar yang memiliki daging umbi berwarna kuning, kuning muda, atau kekuning-kuningan
- c. Ubi jalar orange, yaitu jenis ubi jalar yang memiliki daging berwarna orange
- d. Ubi jalar ungu, yaitu jenis ubi jalar yang memiliki daging berwarna ungu

2.5.1 Klasifikasi Tanaman Ubi Jalar

Menurut Js dkk (2000), tanaman ubi jalar dalam sistematika (taksonomi tumbuhan) diklasifikasikan sebagai berikut :

Divisi : Spermatophyta

Subdivisi	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Convolvulales
Famili	: Convolvulaceae
Genus	: Ipomoea
Spesias	: Ipomoea batatas L.

2.5.2 Kandungan gizi ubi jalar

Ubi jalar merupakan sumber karbohidrat, vitamin dan mineral yang cukup tinggi jika dibandingkan dengan ubi yang lain. Selain itu, ubi jalar juga mempunyai kandungan vitamin A, B dan C. Kandungan gizi ubi jalar per 100 gram bahan dapat dilihat pada Tabel 2.5.

Tabel 2.5 Susunan nutrisi ubi jalar (Departemen Kesehatan RI, 2007)

Kandungan Gizi	Kadar
Energi	360 kJ (86 kkal)
Karbohidrat	20,1 g
Lemak	0,1 g
Protein	1,6 g

2.6.3 Ubi cilembu (*Ipomoea batatas cultivar cilembu*)

Salah satu varietas ubi jalar yang terkenal di Indonesia adalah ubi jalar cilembu. Ubi cilembu adalah kultur ubi jalar yang merupakan ras lokal asal Desa Cilembu, Kecamatan Tanjungsari, Kabupaten Sumedang, Jawa Barat. Ubi Cilembu memiliki keistimewaan daripada umbi lainnya yaitu bila dipanggang akan mengeluarkan sejenis cairan lengket seperti madu, sehingga masyarakat juga akan mengenal ubi cilembu sebagai ubi madu. (Purwono dan Purnamawati, 2007)

Ubi cilembu dapat dipanen setelah 25 minggu penanaman, sehingga usianya tidak terlalu muda dan tidak terlalu tua. Secara konvensional, ubi cilembu dipanen dengan cara membat daun dan mencongkel ubi. Kemudian ubi disimpan dalam rak

atau digantung. Masa penyimpanan ubi akan berpengaruh terhadap rasa manisnya. Semakin lama disimpan, maka ubi akan semakin manis. (Rukmana, 2013).

Menurut Lingga (2001), kelebihan ubi cilembu dibandingkan dengan ubi jalar lainnya adalah rasanya yang lebih manis. Hal itu diperkirakan disebabkan oleh sifat dan jenis tanah. Selain karena faktor genetika, proses pemeraman yaitu sekitar dua minggu setelah pemanaman dapat mempengaruhi tingkat kemanisan ubi cilembu. Penyimpanan ubi cilembu biasanya dilakukan pada ruangan dengan temperatur 27° C– 30° C. Proses pemeraman ubi cilembu akan menyebabkan proses terpecahnya pati pada daging ubi menjadi gula yang lebih sederhana.

2.6.4 Ubi ungu (*Ipomoea batatas cultivar ayumurasaki*)

Ubi jalar ungu merupakan salah satu jenis ubi jalar yang banyak ditemui di Indonesia selain yang berwarna putih, kuning, merah (Lingga, 2001). Ubi jalar varietas ungu pertama kali dikembangkan di Jepang, yaitu varietas ayumurasaki dan yamagawamurasaki (Purnomo dan Purnamawati, 2007). Varietas ayumurasaki saat ini telah ditanam secara komersial di beberapa daerah di Jawa Timur, khususnya Malang dan Pasuruan dengan potensi hasil 15-20t/ha (Ginting et al, 2006).

Ubi jalar ungu mempunyai karbohidrat dan kalori yang tinggi bagi tubuh. Ubi jalar ungu juga merupakan sumber vitamin dan mineral. Selain itu, ubi jalar ungu juga memiliki rasa yang manis dan tekstur yang lembut. Jika dibandingkan dengan ubi jalar yang lain, ubi jalar ungu mempunyai senyawa antosianin yang tinggi. Senyawa antosianin menyebabkan ubi berwarna ungu. Semakin tinggi kadar antosianin yang ada, maka warna ungu pada ubi jalar akan semakin tua dan pekat. (Lingga, 2001)

2.6 Hipotesis Penelitian

Terdapat perbedaan indeks glikemik pada subjek setelah mengonsumsi nasi putih (*Oryza sativa*), ubi cilembu (*Ipomoea batatas cultivar cilembu*) dan ubi ungu (*Ipomoea batatas cultivar ayumurasaki*)



BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan jenis penelitian eksperimental dengan uji klinis, yaitu penelitian dengan rancangan eksperimental terhadap manusia untuk membandingkan efek akibat intervensi antara kelompok eksperimen dengan kelompok kontrol. Penelitian eksperimental klinis adalah penelitian yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh yang timbul, sebagai akibat dari adanya perlakuan tertentu. (Budiarto, 2004). Rancangan penelitian ini menggunakan *pre-post test time series design*.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

3.2.1 Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium *Bioscience* Rumah Sakit Gigi dan Mulut (RSGM) Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

3.2.2 Waktu penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan April 2015

3.3 Subyek penelitian

Subyek penelitian adalah mahasiswa perempuan Fakultas Kedokteran Gigi Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.

3.3.1 Kriteria responden penelitian

Kriteria responden pada penelitian ini antara lain :

- a. Mahasiswa FKG angkatan 2011
- b. Dalam kondisi sehat
- c. Mempunyai indeks massa tubuh (IMT) normal, yaitu 18,5-22,9
- d. Tidak sedang dalam perawatan dokter

- e. Tidak memiliki riwayat diabetes meilitus
- f. Bersedia mengikuti menjadi responden penelitian dan mengikuti prosedur yang ada serta telah setuju menandatangani *informed consent*.

3.3.2 Teknik pengambilan responden

Responden diambil secara *purposive sampling*, dimana responden dipilih dengan pertimbangan tertentu oleh peneliti berdasarkan adanya alasan atau tujuan tertentu (Eriyanto, 2007 ; Notoatmojo, 2010). Dengan teknik sampling ini, diharapkan responden yang diperoleh akan sesuai dengan kriteria penelitian.

3.3.3 Besar subyek

Berdasarkan penelitian indeks glikemik yang dilakukan oleh Brouns *et al.* (2005), responden yang dibutuhkan minimal berjumlah 10 orang.

3.4 Identifikasi Variabel

3.4.1 Variabel bebas

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah konsumsi nasi putih (*Oryza sativa*), ubi cilembu (*Ipomoea batatas cultivar cilembu*) dan ubi ungu (*Ipomoea batatas cultivar ayumurasaki*)

3.4.2 Variabel terikat

Variabel bebas dalam penelitian ini adalah indeks glikemik mahasiswa.

3.4.3 Variabel kendali

Variabel kendali dalam penelitian ini antara lain :

- a. Prosedur penelitian
- b. Alat penelitian
- c. Bahan makanan
- d. Diet

3.5 Definisi Operasional

3.5.1 Konsumsi nasi putih, ubi cilembu dan ubi ungu

Konsumsi nasi putih, ubi cilembu dan ubi ungu adalah pemberian pangan nasi beras putih, ubi cilembu dan ubi ungu sebanyak 100 gram kepada responden sebagai pengganti sarapan di hari yang telah ditentukan. Penggantian bahan makanan dilakukan setiap 1 minggu sekali.

3.5.2 Indeks glikemik

Indeks glikemik adalah klasifikasi makanan menurut pengaruhnya pada kadar gula darah (Brooker, 2005). Dalam penelitian ini peningkatan kadar glukosa didapat dari hasil pengurangan kenaikan kadar glukosa dalam darah setelah mengonsumsi bahan pangan uji dengan kadar glukosa darah puasa. Pengamatan kadar glukosa dalam darah dilakukan 2 jam setelah responden mengonsumsi makanan, berturut-turut pada menit ke 15, 30, 45, 60 dan 120 menit menggunakan glukometer. Pengamatan berturut-turut ini bertujuan untuk mengetahui adanya perubahan indeks glikemik setelah mengonsumsi bahan makanan yang telah disediakan.

3.5.3 Roti tawar putih

Roti tawar putih sebanyak 100 gram dipilih sebagai bahan makanan acuan karena memiliki nilai indeks glikemik 100 sehingga digunakan sebagai acuan kontrol kadar glukosa. (Brouns, 2005)

3.5.4 Nasi putih

Untuk membuat nasi putih, beras putih dimasak di dalam *rice cooker* dengan takaran 420 ml air per 240 gram beras. Waktu yang digunakan untuk memasak nasi adalah 25 menit. Dalam 100 gram nasi putih masak, terdapat 78,90 gram karbohidrat (Departemen Kesehatan Republik Indonesia, 2005).

3.5.5 Ubi cilembu dan ubi ungu

Ubi cilembu dan ubi ungu akan diolah dengan cara dikukus sebelum diberikan kepada responden. Tahap pengukusan diawali dengan penimbangan bahan sebanyak 750 gram, kemudian air sebanyak 3,5 liter dididihkan pada pengukus dengan api

kompot sedang. Ubi akan dimasukkan ke dalam pengukus saat suhu air telah mencapai 100° C, atau saat air sudah mendidih. Pengukusan dilakukan selama 40 menit. Dalam 100 gram ubi jalar, diperkirakan terdapat 26,40 gram karbohidrat (Departemen Republik Indonesia, 2005).

3.6 Alat dan Bahan Penelitian

3.6.1 Alat penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah : timbangan injak merk Tanita, alat pengukur tinggi badan, glukometer, *glucose strip*, *pen lancet* merk GCU EasyTouch, *disposable blood lancet* merk OneMed, *alcohol swab*, kertas tissue, peralatan makan, rice cooker untuk menanak nasi dan dandang mengukus ubi cilembu dan ubi ungu.

3.6.2 Bahan penelitian

Bahan dalam penelitian ini terdiri dari : air, nasi putih, ubi cilembu dan ubi ungu.

3.7 Prosedur Penelitian

3.7.1 Persiapan sebelum pengambilan darah

a. Puasa

Responden diminta berpuasa 10-12 jam sebelum diambil sampel glukosa darah puasa.

b. Pengukuran tinggi badan

- (1) Responden diminta untuk melepas alas kaki (sandal/sepatu) dan penutup kepala (topi)
- (2) Responden diminta berdiri tegak, posisi kepala, bahu bagian belakang, lengan, pantat dan tumit menempel pada dinding.
- (3) Membaca dan mencatat angka yang tertera pada batas dari atas kepala.

c. Pengukuran Berat Badan

- (1) Meletakkan timbangan diletakkan di lantai, jarum pada timbangan diatur hingga menunjuk angka 0.
- (2) Meminta responden untuk melepas topi, jaket, sepatu, kaos kaki maupun aksesoris yang lain.
- (3) Meminta responden berdiri tepat di tengah timbangan, sikap tegak, tenang tidak bergerak-gerak, kepala tidak menunduk, dan pandangan lurus ke depan.
- (4) Membaca dan mencatat angka yang ditunjuk oleh jarum timbangan

d. Penghitungan Indeks Massa Tubuh (IMT)

Indeks Massa Tubuh (IMT) merupakan nilai yang diambil dari perhitungan antara berat badan (BB) dan tinggi badan (TB) seseorang. Untuk mengetahui nilai IMT dapat dihitung dengan rumus berikut :

$$\text{IMT} = \frac{\text{berat badan (kg)}}{\text{tinggi badan (m)} \times \text{tinggi badan}}$$

Dari hasil penghitungan glikemik, responden dapat dikategorikan sebagai berikut :

<18,5	: Berat badan kurang
18,5-22,9	: Berat badan normal
≥23	: Kelebihan berat badan
23,0-24,9	: Beresiko menjadi obesitas
25,0 – 29,9	: Obesitas I
≥30	: Obesitas II

Pada prosedur penelitian, responden yang akan diteliti adalah responden yang memiliki IMT 18,5-22,9, dimana responden termasuk dalam kategori yang memiliki berat badan normal.

3.7.2 Konsumsi bahan makanan uji

Pada hari yang telah ditentukan, responden diminta untuk berkumpul di laboratorium Bioscience RSGM FKG Universitas Jember untuk mengkonsumsi bahan makanan yang telah disediakan. Pada minggu 1, responden diberikan bahan makanan acuan, yaitu bahan makanan yang memiliki indeks glikemik 100 yaitu berupa roti tawar putih sebanyak 100 gram. Pada minggu ke-2, 3 dan 4 berturut-turut bahan makanan uji yang diberikan adalah nasi putih, ubi cilembu dan ubi ungu.

Responden diminta untuk mengkonsumsi makanan dalam waktu yang telah ditentukan, yaitu sekitar 15-20 menit. Setelah makanan telah dikonsumsi habis, responden diperbolehkan untuk meminum air mineral sebanyak 250 ml, kemudian prosedur dilanjutkan dengan pengambilan sampel darah pada menit ke-15, 30, 45, 60 dan 120 setelah makan untuk diukur kadar glukosa darah (glukosa darah *post prandial*).

3.7.3 Prosedur pengambilan sampel darah dan pengukuran kadar glukosa darah

- (1) Menyalakan alat glukometer dan memasang strip gula darah (*glucose strip*), menunggu hingga indikator alat menunjukkan tanda siap untuk digunakan
- (2) Menyesuaikan kode *glukostick* dengan kode pada glukometer
- (3) Membersihkan ujung jari dengan *alcohol swab* atau kapas dengan alkohol 70%
- (4) Menusuk ujung jari dengan *disposable blood lancet* yang telah dimasukkan *pen lancet*, darah yang keluar pertama kali diambil dengan tissue untuk mencegah kontaminasi alkohol
- (5) Menekan jari hingga darah kapiler keluar, diameter darah yang dibutuhkan untuk pemeriksaan glukometer kira-kira 1-1,5 cm atau sebanyak $\pm 1-2 \mu\text{L}$.

- (6) Menempelkan ujung *glucose strip* pada ujung jari agar darah masuk ke dalam *glucose strip*.
- (7) Menunggu hingga alat menunjukkan nilai gula darah.
- (8) Mencatat hasil
- (9) Membuang *glucose strip* dan *disposable blood lancet*
- (10) Mengganti *glucose strip* dan *disposable blood lancet* untuk responden yang baru
- (11) Prosedur pemeriksaan gula darah puasa dilakukan pada waktu sebelum responden mengkonsumsi bahan makanan.
- (12) Pemeriksaan kadar glukosa darah setelah makan dilakukan pada menit ke 15, 30, 45, 60 dan 120 setelah bahan makanan uji telah selesai dikonsumsi.
- (13) Mengulang prosedur diatas seminggu kemudian saat bahan makanan diganti. (minggu 1: roti tawar (kontrol), minggu 2 : nasi putih, minggu 3 : ubi cilembu, minggu 4 : ubi ungu)

3.7.3 Penghitungan nilai indeks glikemik

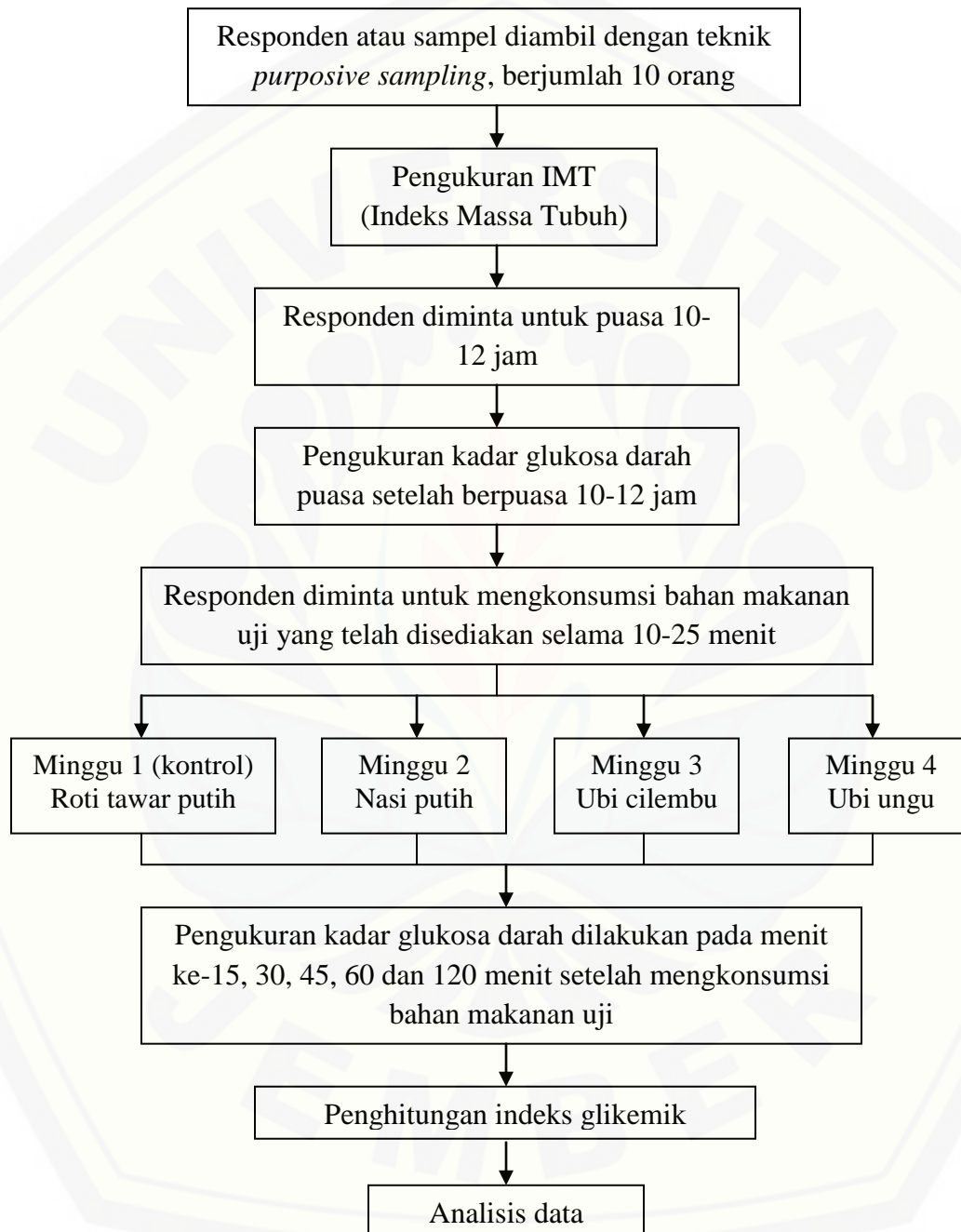
Luas area di bawah kurva respon glukosa darah setelah mendapat pangan yang diukur IG

$$\text{Indeks glikemik} = \frac{\text{Luas area di bawah kurva respon glukosa darah setelah mendapat pangan yang diukur IG}}{\text{Luas area di bawah kurva respon glukosa darah setelah mendapat makanan acuan (roti tawar)}}$$

3.8 Analisis Data

Data dalam penelitian ini diuji normalitasnya dengan *Shapiro-Wilks* karena jumlah responden penelitian kurang dari 50 orang. Data diuji homogenitasnya dengan uji *Levene*. Apabila data terdistribusi normal dilakukan uji *One-way Anova*. Jika data tidak terdistribusi dengan normal dilakukan uji peringkat bertanda *Wilcoxon*.

3.9 Alur Penelitian



BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Penelitian mengenai perbedaan indeks glikemik setelah mengonsumsi nasi putih, ubi cilembu dan ubi ungu telah dilakukan. Penelitian ini menggunakan 10 sampel berpasangan dan 3 jenis bahan makanan uji yang diganti setiap minggunya.

4.1.1 Pengukuran indeks massa tubuh (IMT)

Tahap prosedur awal penelitian adalah pengukuran IMT tiap-tiap responden. Hasil IMT responden dapat dilihat pada Tabel 4.1.

Tabel 4.1 Hasil pengukuran IMT pada tiap-tiap responden

N	Tinggi Badan (m)	Berat badan (kg)	IMT
1	158	48	19,23
2	157	52	21,10
3	161	50	19,29
4	160	50	19,53
5	159	49	19,38
6	158	53	21,23
7	160	56	21,88
8	159	54	21,36
9	159	52	20,57
10	158	49	19,63
Rata-rata	158,9	51,30	20,32
Standar Deviasi	1,20	2,54	101,36

Keterangan :

N : jumlah responden
Standar deviasi : ukuran penyebaran

Dari Tabel 4.1, dapat dilihat nilai rata-rata hasil pengukuran IMT responden sesuai dengan kriteria responden yang telah ditentukan, yaitu 18,5-22,9. Nilai rata-rata IMT adalah 20,32 dengan IMT paling tertinggi adalah 21,88 dan terendah 19,23.

4.1.2 Pengukuran kadar glukosa darah

Setelah pengukuran IMT, prosedur penelitian dilanjutkan dengan pengambilan sampel darah. Sampel darah yang digunakan adalah sampel darah kapiler pada ujung jari. Pengambilan sampel darah dilakukan sebanyak 6 kali pada menit ke 0, 15, 30, 45, 60 dan 120 serta dilakukan satu minggu sekali pada saat penggantian bahan makanan. Hasil pengukuran glukosa darah pada tiap bahan makanan dapat dilihat pada Tabel 4.2, 4.3 dan 4.4.

Tabel 4.2 Kadar glukosa darah pada responden yang mengkonsumsi nasi putih

No.	Waktu (menit)					
	0 (p)	15	30	45	60	120
1	89	138	150	130	126	92
2	90	133	143	128	120	95
3	85	138	152	128	125	90
4	88	137	145	132	120	93
5	86	136	146	135	125	99
6	89	138	143	133	123	90
7	86	135	147	127	121	90
8	91	137	146	132	124	93
9	90	134	150	134	121	96
10	86	136	149	133	123	90
Rata-rata	88	136,2	147,1	131,2	122,8	92,8
Standar Deviasi	2,11	1,75	3,07	2,78	2,20	1,77

Keterangan :

p : glukosa darah puasa

Tabel 4.3 Kadar glukosa darah pada responden yang mengkonsumsi ubi cilembu

No.	Waktu (menit)					
	0 (p)	15	30	45	60	120
1	89	118	132	130	122	99
2	90	115	135	130	121	103
3	87	116	133	129	120	100
4	86	117	132	130	120	101
5	90	114	137	131	121	103
6	88	118	135	132	125	98
7	91	113	136	130	124	99
8	87	117	138	129	125	102
9	90	114	134	132	124	102
10	89	115	136	133	122	98
Rata-rata	88,7	115,7	134,8	130,6	122,4	100,5
Standar Deviasi	1,64	1,77	2,04	1,35	1,96	1,96

Keterangan :

p : glukosa darah puasa

Tabel 4.4 Kadar glukosa darah pada responden yang mengonsumsi ubi ungu

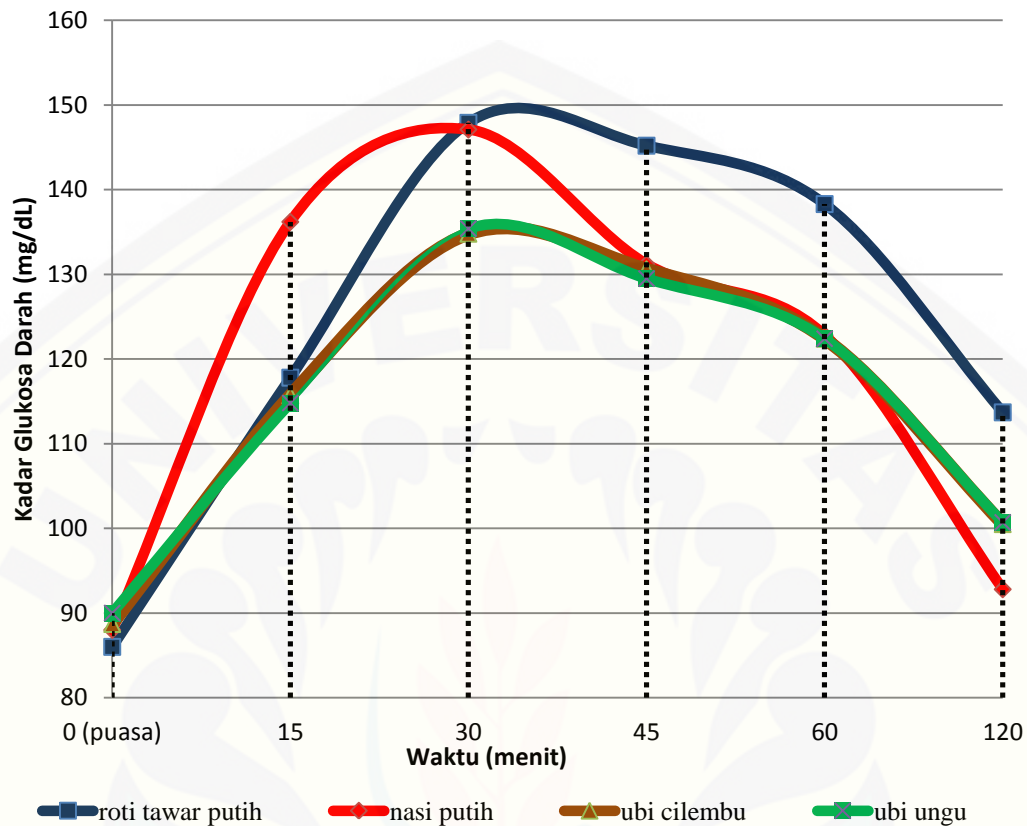
No.	Waktu (menit)					
	0 (p)	15	30	45	60	120
1	90	120	133	127	120	102
2	89	119	136	132	126	101
3	92	110	133	126	120	99
4	88	112	139	133	125	103
5	91	115	135	130	122	98
6	93	112	138	131	124	102
7	86	114	138	130	123	99
8	91	113	134	128	121	103
9	88	115	135	130	122	98
10	92	118	133	128	121	102
Rata-rata	90	114,8	135,4	129,5	122,4	100,7
Standar Deviasi	2,21	3,29	2,27	2,22	2,07	2,82

Keterangan :

p : glukosa darah puasa

Berdasarkan tabel di atas, dapat diketahui kadar glukosa responden yang mengonsumsi ketiga bahan makanan uji, yaitu nasi putih, ubi cilembu dan ubi ungu akan mengalami peningkatan kadar glukosa darah pada menit ke-15 dan menit ke-30 serta mengalami penurunan pada menit-menit berikutnya, yaitu pada menit ke-45. - 60, dan -120.

Rata-rata nilai kadar glukosa darah pada responden setelah mengonsumsi nasi putih, ubi cilembu dan ubi ungu dapat dilihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Grafik rata-rata kenaikan/penurunan kadar glukosa darah (mg/dL) selama 120 menit setelah mengkonsumsi glukosa murni, nasi putih, ubi cilembu dan ubi ungu

Gambar 4.1 menunjukkan kadar glukosa darah pada konsumsi roti tawar, nasi putih, ubi cilembu dan ubi ungu mengalami peningkatan pada menit ke-15 dan berada di puncak pada menit ke-30 dan mengalami penurunan pada menit-menit selanjutnya. Penurunan glukosa darah terbesar ada pada roti tawar dan nasi putih. Hal ini disebabkan oleh karena kandungan serat yang sedikit pada kedua bahan makanan tersebut dan berakibat pada rasa kenyang yang bertahan lebih sebentar. Pada ubi ungu dan ubi cilembu, penurunan kadar glukosa terjadi lebih sedikit. Hal ini disebabkan oleh karena adanya kandungan serat yang lebih banyak sehingga penurunan kadar

glukosa darah tidak terjadi drastis dan mempunyai efek rasa kenyang yang lebih lama.

4.1.3 Indeks glikemik

Indeks glikemik dihitung dengan mencari perbandingan luas area bawah kurva respon glukosa darah bahan makanan acuan dengan bahan makanan uji. Perhitungan luas area bawah kurva dihitung menggunakan perhitungan trapezoid. Setelah dirata-ratakan, didapatkan kadar indeks glikemik bahan makanan acuan dan bahan makanan uji yang disajikan dalam Tabel 4.5

Tabel 4.5 Hasil penghitungan indeks glikemik (IG) pada bahan makan makanan uji

N	IG Nasi Putih	IG Ubi Cilembu	IG Ubi Ungu
1	73,60	63,57	61,65
2	64,60	62,98	69,76
3	80,53	66,52	52,21
4	70,80	69,62	71,53
5	83,33	63,57	58,55
6	69,02	68,88	58,26
7	72,71	60,32	71,53
8	67,40	73,16	59,59
9	70,06	64,60	65,19
10	76,84	64,16	57,67
Rata-rata	72,89	65,74	62,56
Standar deviasi	5,87	3,81	6,64

Tabel 4.5 menunjukkan hasil penghitungan nilai indeks glikemik. Pada nasi putih, nilai rata-rata indeks adalah 72,89 yang termasuk dalam kategori indeks glikemik tinggi, sedangkan rata-rata indeks glikemik ubi cilembu dan ubi ungu adalah 65,74 dan 62,56. dimana kedua bahan makanan tersebut dikategorikan dalam makanan dengan indeks glikemik sedang. Jika diurutkan dari hasil tersebut dapat dilihat nasi putih memiliki indeks glikemik yang paling tinggi, diikuti oleh ubi cilembu dan ubi ungu.

4.2 Analisis Data

Dari hasil penelitian yang didapatkan, dilakukan uji normalitas menggunakan *Shapiro-Wilk* dan uji homogenitas menggunakan *Levene Test* dengan tingkat kepercayaan 95% ($\alpha=0,05$). Hasil uji normalitas pada indeks glikemik ketiga bahan makanan dapat dilihat pada Tabel 4.6

Tabel 4.6 Uji normalitas dan homogenitas

Bahan makanan	Indeks glikemik	Uji	p	Keterangan
Nasi putih	72,89	<i>Shapiro-Wilk</i>	0,798	Normal
		<i>Levene</i>	0,160	Homogen
Ubi cilembu	3,81	<i>Shapiro-Wilk</i>	0,518	Normal
		<i>Levene</i>	0,599	Homogen
Ubi ungu	6,64	<i>Shapiro-Wilk</i>	0,292	Normal
		<i>Levene</i>	0,658	Homogen

Keterangan

p : nilai probabilitas

Tabel 4.6 menunjukkan hasil uji normalitas *Shapiro-Wilk* pada indeks glikemik nasi putih dengan $p=0,798$, ubi cilembu $p=0,518$ dan ubi ungu $p=0,292$ yang berarti data indeks glikemik ketiga bahan makanan uji terdistribusi normal ($p>0,05$). Uji homogenitas dengan uji *Levene* data indeks glikemik menunjukkan $p=0,160$ pada nasi putih, $p=0,599$ pada ubi cilembu dan $p=0,658$ pada ubi ungu, yang berarti data terdistribusi normal ($p>0,05$).

Analisis data dilanjutkan dengan uji parametrik *One-Way Anova* dengan uji posthoc LSD dengan nilai signifikansi ($p<0,05$). Data hasil uji parametrik dapat dilihat pada tabel 4.7.

Tabel 4.7 Uji parametrik *One-Way Anova* dengan *post hoc* LSD

Bahan Makanan dan IG		p
Nasi putih (IG = 72,89)	Ubi cilembu	0,008*
	Ubi ungu	0,000*
Ubi cilembu (IG = 65,74)	Nasi putih	0,008*
	Ubi ungu	0,213
Ubi ungu (IG=62,56)	Nasi putih	0,000*
	Ubi cilembu	0,213

Keterangan :

IG : indeks glikemik

* : signifikan pada nilai p

Hasil uji parametrik menunjukkan $p=0,008$ pada indeks glikemik nasi putih terhadap indeks glikemik ubi cilembu dan $p=0,000$ indeks glikemik nasi putih terhadap ubi cilembu. Hal ini menunjukkan terdapat perbedaan indeks glikemik yang signifikan pada nasi dan ubi cilembu serta ubi ungu. Sedangkan pada indeks glikemik ubi cilembu dan ubi ungu nilai $p=0,213$, yang menunjukkan indeks glikemik ubi cilembu dan ubi ungu tidak berbeda signifikan.

4.3 Pembahasan

Indeks glikemik merupakan respon glukosa darah terhadap *intake* makanan yang mengandung karbohidrat. Indeks glikemik dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu metode memasak makanan, jenis pati makanan, serat makanan, lemak dan protein. Menurut Miller *et al.* (1996), indeks glikemik pangan dibagi menjadi 3 kategori, yaitu indeks glikemik rendah (<55), sedang (55-70) dan tinggi (>70). Berdasarkan hasil Jenkins *et al.* (1981), nilai indeks glikemik didapatkan dari selisih antara peningkatan kadar glukosa darah sebelum dan setelah mengkonsumsi bahan makanan yang telah disediakan. Berdasarkan tabel 4.5, dapat diketahui indeks glikemik nasi putih tergolong dalam kategori indeks glikemik tinggi, sedangkan ubi cilembu dan ubi ungu termasuk dalam makanan dengan indeks glikemik sedang. Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu kandungan pati dalam bahan makanan, cara memasak, kandungan protein dan lemak dan kandungan serat pangan (*dietary fiber*). (Ragnhild *et al.*, 2004)

Makanan dengan kandungan pati yang dalam proses memasaknya mengalami gelatinisasi, akan mengakibatkan makanan lebih mudah dicerna, sehingga akan memiliki indeks glikemik yang lebih tinggi. Dalam hal ini, nasi putih telah mengalami proses gelatinisasi pada saat dimasak dengan air. Hal ini dapat menyebabkan nasi putih memiliki indeks glikemik yang lebih tinggi dibandingkan ubi ungu dan ubi cilembu yang dimasak dengan cara dikukus. (Tejasari, 2006)

Selain cara memasak, indeks glikemik juga dipengaruhi oleh kandungan amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan struktur pati gula sederhana yang tidak bercabang. Oleh karena itu, struktur amilosa akan terikat kuat sehingga sulit tergelatinisasi dan sulit dicerna tubuh. Molekul amilosa terdiri atas 50-500 unit glukosa sedangkan amilopektin adalah struktur pati gula sederhana yang bercabang, memiliki struktur molekul yang terbuka dan berukuran lebih besar sehingga dapat dicerna lebih baik dibandingkan amilosa. Tingginya amilosa pada makanan dapat menurunkan daya cerna pati *in vitro*. Daya cerna pati yang rendah akan menentukan aktivitas hipoglikemik karena akan menghasilkan glukosa yang lebih sedikit dan lebih lambat sehingga insulin yang diperlukan lebih sedikit untuk mengubah glukosa menjadi energi. Oleh karena itu, bahan makanan yang memiliki daya cerna pati rendah mempunyai indeks glikemik yang cenderung lebih rendah. Dalam hal ini, ubi ungu dan ubi cilembu memiliki kandungan amilosa yang lebih tinggi dibandingkan nasi. Hal inilah yang mengakibatkan ubi cilembu dan ubi ungu memiliki indeks glikemik yang lebih rendah dibandingkan dengan nasi. (Lingga, 2005)

Faktor lainnya yang mempengaruhi nilai indeks glikemik adalah adanya kandungan serat pangan. Serat pangan adalah polisakarida yang tidak dapat dihidrolisis dalam tubuh karena tidak adanya enzim untuk mencerna polisakarida tersebut sehingga serat akan tetap utuh saat berada di usus besar. Hal ini menjadi penyebab lambatnya respon glikemik (Silalahi, 2006). Pada ubi-ubian telah diketahui adanya kandungan serat yang lebih tinggi. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukkan ubi cilembu dan ubi ungu memiliki indeks glikemik yang lebih rendah dibandingkan dengan nasi.

Selain faktor-faktor yang mempengaruhi indeks glikemik, dalam penelitian ini juga terdapat *confounding factor*, yaitu suatu variabel dalam penelitian yang tidak tercakup dalam hipotesis penelitian, akan tetapi muncul dalam penelitian dan berpengaruh terhadap variabel tergantung. Hal ini disebabkan karena subyek penelitian adalah manusia. *Confounding factor* yang ada adalah usia, lama waktu

puasa yaitu 10-12 jam, alat dan bahan penelitian, jumlah bahan makanan uji yang diberikan, dan jenis kelamin dimana pada penelitian ini, responden berjenis kelamin perempuan.

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan, telah diketahui bahwa nasi putih memiliki indeks glikemik yang tinggi dan ubi cilembu serta ubi ungu memiliki indeks glikemik sedang. Hasil ini dapat digunakan bagi para klinisi kesehatan dalam menentukan diet yang cocok pada pasien yang memiliki masalah gizi. Berdasarkan manfaat konsep indeks glikemik, sebagai acuan dalam memilih bahan makanan, nasi putih cocok dikonsumsi sebagai bahan makanan sumber karbohidrat pada orang-orang yang tidak memiliki kelainan diabetes meilitus dan orang-orang yang memiliki masalah malnutirisi sedangkan ubi cilembu dan ubi ungu yang termasuk dalam kategori makanan dengan indeks glikemik sedang, dapat dijadikan alternatif makanan sumber karbohidrat bagi orang yang memiliki masalah obesitas dan penyakit diabetes meilitus.

BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Pada penelitian Perbedaan Indeks Glikemik Setelah Mengonsumsi Nasi Putih (*Oryza sativa*), Ubi Cilembu (*Ipomoea batatas cultivar cilembu*) dan Ubi Ungu (*Ipomoea batatas cultivar Ayamurasaki*) dapat diambil kesimpulan bahwa terdapat perbedaan indeks glikemik pada nasi putih dengan ubi cilembu dan ubi ungu dan tidak ada perbedaan pada indeks glikemik ubi cilembu dan ubi ungu.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan dari hasil penelitian ini adalah :

- a. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui lebih jelas faktor-faktor yang mempengaruhi nilai indeks glikemik.
- b. Perlu dilakukan penelitian indeks glikemik pada ubi jalar yang lain dengan metode masak yang berbeda, misalnya direbus atau dipanggang.
- c. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai peran GLUT dalam proses pencernaan.
- d. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan penggalan informasi terhadap kualitas kandungan zat gizi mikro dan zat aktif yang mungkin terdapat pada nasi putih, ubi cilembu dan ubi ungu.
- e. Perlu dilakukan penelitian indeks glikemik dengan sampel darah dari pembuluh darah vena untuk mengetahui perbedaan hasil indeks kadar glukosa darah.

DAFTAR PUSTAKA

- Adugna, Alemu, Kelemu, Tekola, Kibret and Genet. 2004. *Medical Biochemistry : Lecturer Notes*. Ethiopia : Ethiopia Public Health Training Initiative
- Anna. 2015. *Nasi, Penyumbang Kalori Terbesar Orang Indonesia*. Kompas. <http://health.kompas.com/read/2015/01/28/121353523/Nasi.Penyumbang.Kalori.Terbesar.Orang.Indonesia> [diakses 1 September 20115]
- Budiarto, Eko. 2004. *Metodologi Penelitian Kedokteran : Sebuah Pengantar*. Jakarta : EGC
- Brennan, C.S. 2005. Dietary fibre, glycaemic response and diabetes. *Molecular Nutrition Food Review.*, Vol. 49 (7):716
- Brooker, Chris. 2005. *Ensiklopedia Keperawatan (Churcill Livingstone Mini Encyclopaedia of Nursing 1st Edition)*. Jakarta : EGC
- Brouns, Bjorck, Frayn, Gibbs, Lang, Slama dan Wolever. 2005. Glycaemic index methodology, *Nutrition Research Review*, 18 : 145-171
- Direktorat Jenderal Bina Produksi Tanaman Pangan. 2002. *Agribisnis Ubi Jalar Cilembu*. Jakarta: Direktorat Kacang-kacangan dan Umbi-Umbian
- Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 2007
- Enhas, Andhiny Rezkia. 2014. Skripsi : *Perbedaan Indeks Glikemik Beberapa Menu Makanan Berbahan Dasar Nasi*. Jakarta : Fakultas Kedokteran Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah
- Eriyanto. 2007. *Teknik Sampling Analisis Opini Publik*. Yogyakarta : LkiS
- Food and Agriculture Organization (FAO). 2007. *FAO/WHO Expert Consultation on Carbohydrates in Human Nutrition*.
- Gheeta, Venkatesan, Thiru, Devi, Subramanian. 2005. *Biochemistry*. India : Tamil Nadu Textbook Corporation

- Ginting, E., S.S.Antarlina, J.S. Utomo, dan Ratnaningsih. 2006. *Teknologi pascapanen ubijalar mendukung diversifikasi oangan dan pengembangan agroindustri*. BuletinPalawija (11) : 15-28
- Guyton, A.C. dan Hall, J.E. 2007. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran edisi 11*. Jakarta : EGC
- Hartono, Andry. 2006. *Terapi Gizi dan Diet Rumah Sakit, Ed. 2*. Jakarta : EGC
- Hoerudin. 2012. *Indeks glikemik buah dan implikasinya dalam pengendalian kadar glukosa darah*. Buletin Teknologi Pascapanen Pertanian 8(2) : 80-98
- Hutagalung. 2004. *Karbohidrat*. Bagian Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara
- Juanda, Dede dan Cahyono, Bambang. 2000. *Ubi Jalar Budidaya dan Analisis Usaha Tani*. Yogyakarta : Penerbit Kanisius
- Jenkins, Wolever, Taylor, Barker, Fielden, Badlwin, Bowling, Newman, Jenkins dan D.V. Goff. 1981. Glycemic index of foods : a physiological basis for carbohydrate exchange. *American Journal of Clinical Nutrition*, 34 : 362-366
- Lingga. 2001. *Bertanam Umbi-umbian*. Jakarta : Penebar Swadaya
- Marks, Allan dan Lieberman, Michael D. 2013. *Mark's Basic Medical Biochemistry : A Clinical Approach*. Philadephia : Lippincott Williams & Wilkins
- Margie, G.L. 2008. *Krause's Food and Nutrition Therapy 12th Edition*. Elsevier
- Maulana, Bayu. 2014. *Pengaruh Berbagai Pengolahan terhadap Indeks Glikemik Ubi Jalar (Ipomea Batatas) Cilembu*. Departemen Gizi Masyarakat Fakultas Ekologi Manusia Institut Pertanian Bogor.
- Muchtadi, Deddy. 2011. *Karbohidrat Pangan dan Kesehatan*. Bandung : Penerbit Alfabeta
- Notoatmodjo, Soekidjo. 2010. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta : Rineka Putra
- Piliang, Wiranda G. dan Haj., Soewondo Djojosoebagio Al. 2006. *Fisiologi Nutrisi Volume 1*. Bogor : IPB Press

- Prijatmoko, D. 2007. *Indek glisemik 1 jam postprandial bahan makanan pokok jenis nasi, jagung dan kentang*. C.D.K 34(6):285-88
- Purwono, L dan Purnamawati. 2007. *Budidaya Tanaman Pangan*. Jakarta : Agromedia
- Ragnhild, A.L., M. Axelsen, and A. Raben. 2004. *Glycemic index relevance for health, dietary recommendations, and nutritional labeling*. Scandinavian J. Nutr. 48(2) : 84-94
- Rimbawan dan Siagian, Albiner. 2004. *Indeks Glikemik Pangan : Cara Mudah Memilih Pangan yang Menyehatkan*. Jakarta : Penebar Swadaya
- Rukmana, H. Rahmat. 2003. *Usaha Tani Kapri*. Yogyakarta : Penerbit Kanisius
- Salma. 2011. *Indeks Glikemik : Arti dan Manfaatnya*. <http://www.majalahkesehatan.com/indeks-glikemik-arti-dan-manfaatnya/> [15 Juni 2015]
- Sediaoetama, Achmad Djaeni. 2010. *Ilmu Gizi untuk Mahasiswa dan Profesi Jilid I*. Jakarta : Dian Rakyat
- Sediaoetama, Achmad Djaeni. 2010. *Ilmu Gizi untuk Mahasiswa dan Profesi Jilid II*. Jakarta : Dian Rakyat
- Suprpti, L. 2003. *Tepung Ubi Jalar : Pembuatan dan Pemanfaatannya*. Yogyakarta : Penerbit Kanisius
- Tejasari. 2005. *Nilai Gizi Pangan*. Yogyakarta : Graha Ilmu
- Wheat Food Council. 2009. *The Role of Glycemic Index & Glycemic Load on Carbohydrate Food Quality : A Status Report*.
- Zuraida, Nani dan Supriati, Yati. 2001. *Usahatani Ubi Jalar sebagai Bahan Pangan Alternatif dan Diversifikasi Sumber Karbohidrat*. Buletin AgroBio(1): 13-23

Lampiran A. *Ethical Clearance*



**KETERANGAN KELAIKAN ETIK PENELITIAN
(“ETHICAL CLEARANCE”)**

No. 00222/KKEP/FGK-UGM/EC/2015

Setelah Tim Etik Penelitian Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Gadjah Mada mempelajari dengan seksama rancangan penelitian yang diusulkan:

Judul : PERUBAHAN INDEKS GLIKEMIK SEBELUM DAN SETELAH MENGKONSUMSI NASI PUTIH (*Oryza sativa*) UBI CILEMBU (*Ipomoea batatas cultivar Cilembu*) DAN UBI UNGGU (*Ipomoea batatas cultivar Ayamurasaki*)

Peneliti Utama : Inneke Andriani Sutanto

Penanggung Jawab Medis : Prof. drg. Dwi Prijatmoko, PhD

Unit/Lembaga : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Lokasi Penelitian : Laboratorium Bioscience Rumah Sakit Gigi dan Mulut Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember

Waktu Penelitian : April 2015

Maka dengan ini menyatakan bahwa penelitian tersebut telah memenuhi syarat atau laik etik.

Yogyakarta, 10 April 2015

Wakil Dekan Bidang Akademik dan Kemahasiswaan



drg. Diatri Nani Ratih, M.Kes., Sp. KG, Ph.D.

Ketua Komisi Etik Penelitian FKG UGM

drg. Suryono, S.H., Ph.D.

Lampiran B. Informed Consent**SURAT PERSETUJUAN**
(INFORMED CONSENT)

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama :
NIM :
Fakultas/Prodi : Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember
Umur : tahun
Jenis Kelamin :
Telepon :
Alamat :

menyatakan bersedia untuk menjadi subyek penelitian dari:

Nama : Inneke Andriani Sutanto
NIM : 111610101089
Fakultas : Kedokteran Gigi Universitas Jember
Alamat : Jl. Baturaden 1 nomor 6 Jember

Dengan judul penelitian skripsi “Perbedaan Indeks Glikemik Setelah Mengonsumsi Nasi Putih (*Oryza sativa*), Ubi Cilembu (*Ipomoea batatas cultivar Cilembu*) dan Ubi Ungu (*Ipomoea batatas cultivar Ayumurasaki*)”, dimana prosedur pelaksanaan penelitian ini membutuhkan pengambilan sampel darah kapiler.

Saya telah membaca atau dibacakan prosedur penelitian yang terlampir dan telah diberi kesempatan untuk menanyakan hal-hal yang belum jelas dan diberi jawaban dengan jelas.

Surat persetujuan ini saya tulis dengan sebenar-benarnya tanpa suatu paksaan dari pihak manapun. Dengan ini saya menyatakan sukarela dan sanggup menjadi subyek dalam penelitian ini.

Jember,.....2015

Yang menyatakan,

_____*

*Tulis nama terang

LEMBAR PENJELASAN KEPADA CALON SUBYEK

Saya, Inneke Andriani Sutanto dari Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember akan melakukan penelitian yang berjudul “Perbedaan Indeks Glikemik Setelah Mengkonsumsi Nasi Putih (*Oryza sativa*), Ubi Cilembu (*Ipomoea batatas cultivar Cilembu*) dan Ubi Ungu (*Ipomoea batatas cultivar Ayumurasaki*)”.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan indeks glikemik setelah mengonsumsi nasi putih (*Oryza sativa*), ubi Cilembu (*Ipomoea batatas cultivar Cilembu*) dan ubi ungu (*Ipomoea batatas cultivar Ayumurasaki*). Penelitian ini membutuhkan sekitar 10 orang subyek penelitian.

A. Kesukarelaan untuk ikut penelitian

Anda bebas memilih keikutsertaan dalam penelitian ini tanpa ada paksaan. Apabila Anda sudah memutuskan untuk ikut, Anda juga bebas untuk mengundurkan diri/ berubah pikiran setiap saat tanpa dikenai denda atau pun sanksi apapun.

B. Prosedur Penelitian

Apabila Anda bersedia berpartisipasi dalam penelitian ini, Anda diminta menandatangani lembar persetujuan ini rangkap dua, satu untuk Anda simpan, dan satu untuk untuk peneliti. Prosedur selanjutnya adalah:

1. Di hari yang telah ditentukan atau sehari sebelum pengambilan darah, Anda akan diminta berpuasa kira-kira 10-12 jam sebelum dilakukan pengambilan darah.
2. Pada hari yang telah ditentukan, akan dilakukan pengukuran Indeks Massa Tubuh (IMT)
3. Di hari yang sama, pengambilan darah akan dilakukan di Laboratorium *Bioscience* RSGM Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember. Pengambilan darah yang pertama dilakukan setelah puasa kira-kira 10-12 jam. Sampel darah yang diambil berasal dari pembuluh kapiler ujung jari sebanyak 1-2 μ L. Pengambilan darah yang pertama bertujuan untuk mengetahui glukosa darah puasa.
4. Setelah diambil darah, Anda akan diminta untuk mengonsumsi bahan makanan sebanyak 100 gram dalam waktu 10-15 menit dan 1 gelas air putih akan diberikan setelah makan. Bahan makanan yang dikonsumsi berbeda setiap pertemuan. Di pertemuan pertama Anda akan diminta untuk mengonsumsi nasi *putih* (*Oryza sativa*), di pertemuan kedua Anda akan diminta untuk mengonsumsi ubi Cilembu (*Ipomoea batatas cultivar Cilembu*) dan di pertemuan ketiga Anda akan diminta untuk mengonsumsi ubi ungu (*Ipomoea batatas cultivar Ayumurasaki*).

Jarak pertemuan satu dengan yang lainnya adalah 1 minggu.

5. Pengambilan darah akan dilakukan pada menit ke 0 (gula darah puasa) dan pada menit ke 15, 30, 60 dan 120 setelah mengkonsumsi bahan makanan tersebut. Hal ini bermaksud untuk mengamati kurva glukosa darah setelah mengkonsumsi bahan makanan tersebut yang nantinya digunakan untuk menghitung indeks glikemik. Pengambilan darah dilakukan pada pembuluh darah kapiler ujung jari. Pengambilan darah dilakukan pada ujung jari yang belum terjadi trauma akibat ditusuk *blood lancet*. Selama proses pengambilan darah, Anda diminta untuk tetap berada di Laboratorium *Bioscience* RSGM Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Jember.
6. Setelah pengambilan darah selesai, Anda bisa pulang. Waktu puasa, pengukuran Indeks Massa Tubuh (IMT), penggantian bahan makanan dan pengambilan darah berikutnya akan dilakukan setelah 1 minggu.

D. Risiko dan Efek Samping dan Penanganannya

Risiko yang mungkin timbul adalah adanya rasa sedikit nyeri dan tidak nyaman saat pengambilan darah yang dilakukan dengan cara *menusukkan blood lancet* ke ujung jari. Untuk risiko lain yang mungkin terjadi seperti infeksi, penyakit menular, perdarahan, penggumpalan darah atau hematoma, kami akan berusaha semaksimal mungkin untuk meniadakannya dengan cara : menggunakan *blood lancet* yang steril dan baru, tindakan antiseptik yang baik dan pengambilan darah yang dilakukan oleh orang yang berpengalaman di bidangnya yaitu petugas laboratorium.

E. Manfaat

Anda dapat mengetahui kadar glukosa darah Anda selama puasa dan setelah makan. Anda tidak mendapat keuntungan dan kerugian secara langsung. Oleh karena itu, peneliti mengganti dengan kompensasi.

F. Kerahasiaan

Semua informasi yang berkaitan dengan identitas subyek penelitian akan dirahasiakan dan hanya akan diketahui oleh peneliti dan pembimbing penelitian. Hasil penelitian akan dipublikasikan tanpa identitas subyek penelitian.

G. Kompensasi

Anda akan mendapatkan ganti biaya transportasi.

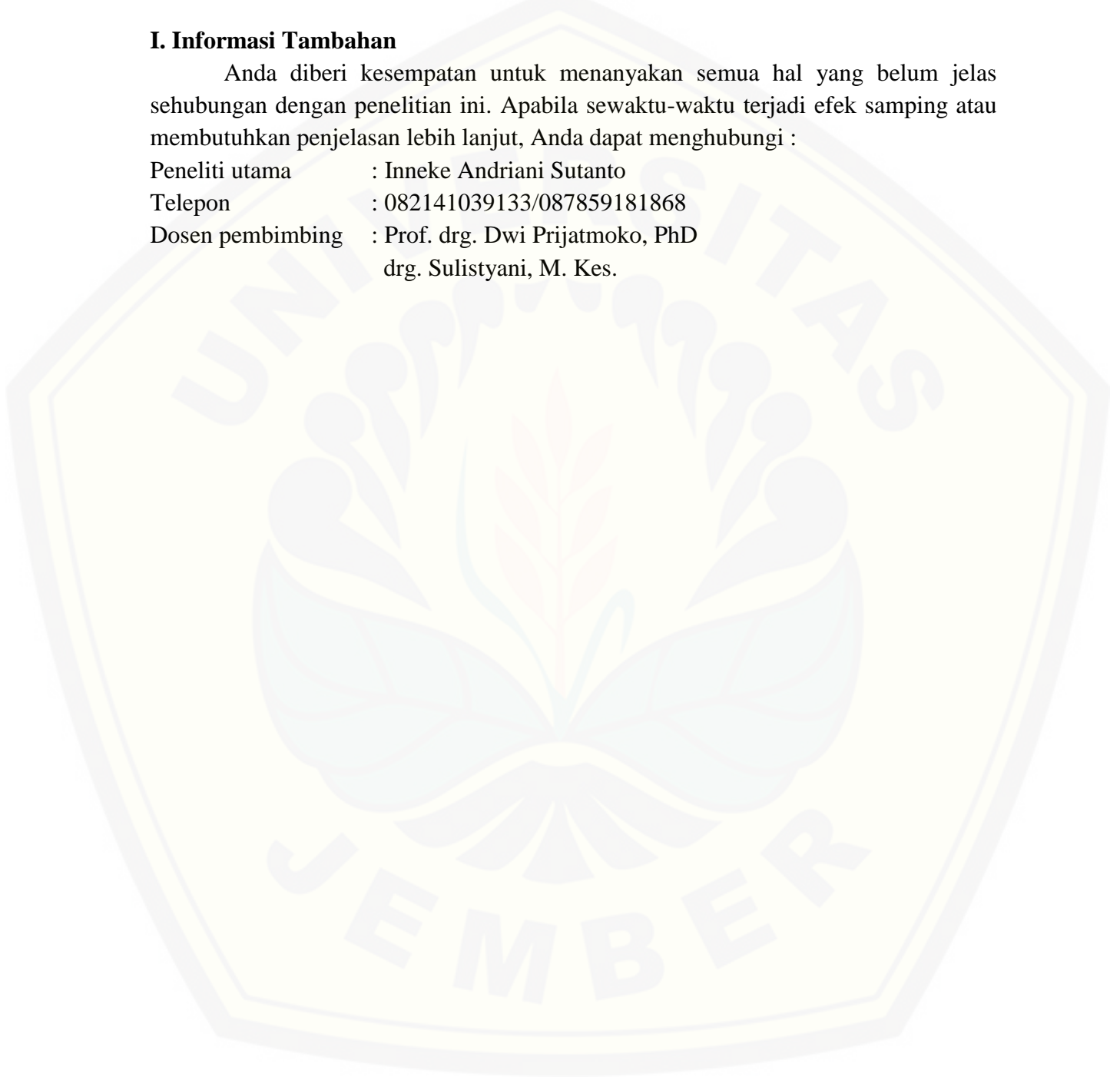
H. Pembiayaan

Semua biaya yang terkait penelitian akan ditanggung oleh peneliti.

I. Informasi Tambahan

Anda diberi kesempatan untuk menanyakan semua hal yang belum jelas sehubungan dengan penelitian ini. Apabila sewaktu-waktu terjadi efek samping atau membutuhkan penjelasan lebih lanjut, Anda dapat menghubungi :

Peneliti utama : Inneke Andriani Sutanto
Telepon : 082141039133/087859181868
Dosen pembimbing : Prof. drg. Dwi Prijatmoko, PhD
drg. Sulistyani, M. Kes.



PERSETUJUAN KEIKUTSERTAAN DALAM PENELITIAN

Semua penjelasan tersebut telah disampaikan kepada saya dan semua pertanyaan saya telah dijawab oleh peneliti/dokter. Saya mengerti bahwa apabila memerlukan penjelasan, saya dapat menanyakan kepada peneliti Inneke Andriani Sutanto.

Dengan menandatangani formulir ini, saya menyatakan setuju untuk ikut serta dalam penelitian ini.

Jember, 2015

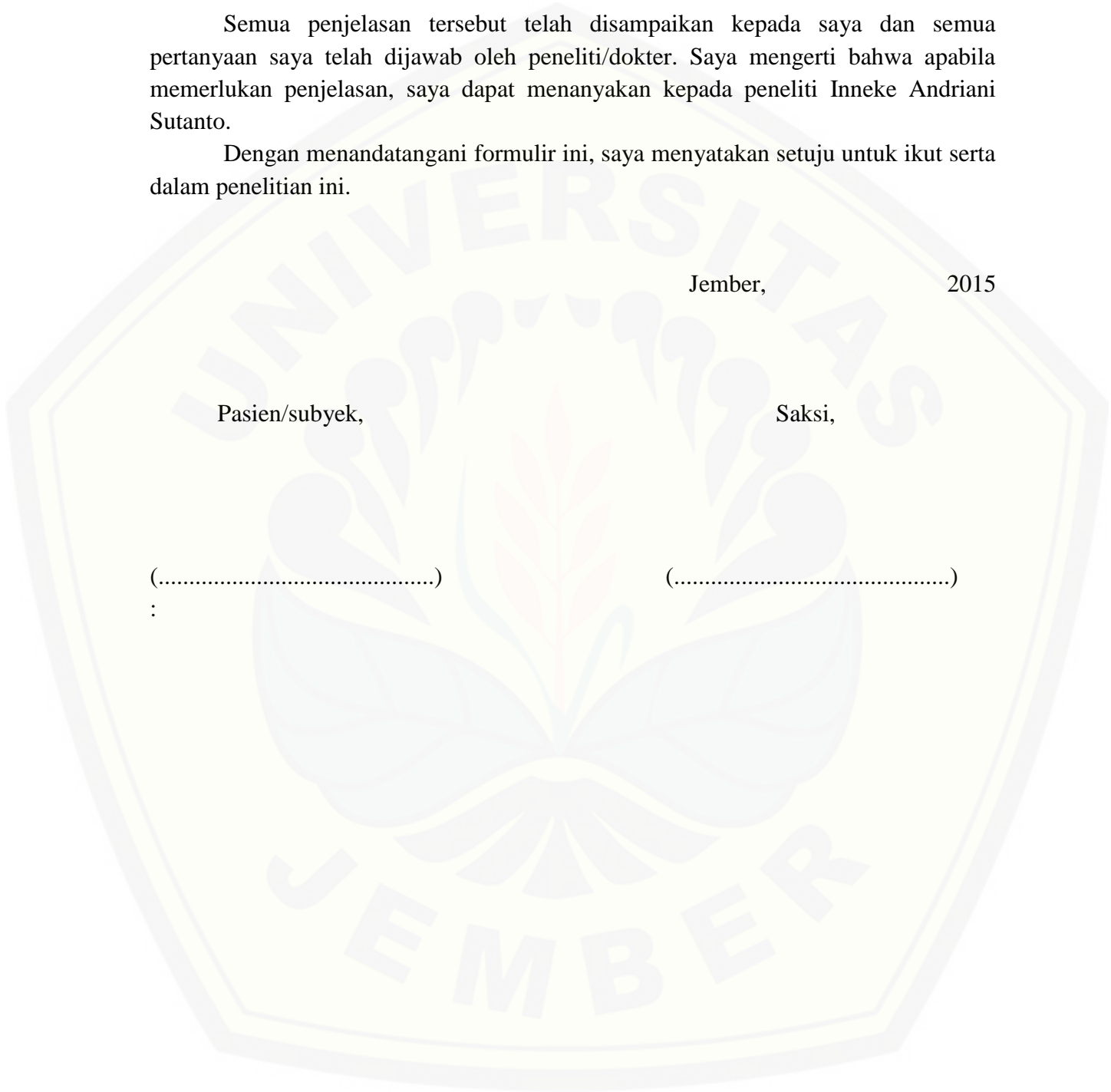
Pasien/subyek,

Saksi,

(.....)

(.....)

:



Lampiran C. Uji Normalitas dan Uji Homogenitas

a. Nasi Putih

Shapiro-Wilk Test

		Waktu					
		Menit ke- 0	Menit ke-15	Menit ke-30	Menit ke-45	Menit ke-60	Menit ke-120
N		10	10	10	10	10	10
Normal Parameters (a,b)	Mean	88.00	136.20	147.10	131.20	122.80	92.80
	Std. Deviation	2.108	1.751	3.071	2.781	2.201	1.767
Shapiro Wilk		.262	.232	.584	.360	.310	.452

a Test distribution is Normal

b Calculated from data

Test of Homogeneity of Variances

Kadar Glukosa Setelah Mengonsumsi Nasi Putih

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
1.662	5	54	.160

b. Ubi Cilembu

Shapiro-Wilk Test

		Waktu					
		Menit ke- 0	Menit ke-15	Menit ke-30	Menit ke-45	Menit ke-60	Menit ke-120
N		10	10	10	10	10	10
Normal Parameters (a,b)	Mean	88.70	115.70	134.80	130.60	122.40	100.50
	Std. Deviation	1.636	1.767	2.044	1.350	1.955	1.958
Shapiro Wilk		.487	.452	.665	.198	.158	.206

a Test distribution is Normal

b Calculated from data

Test of Homogeneity of Variances

Kadar Glukosa Setelah Mengonsumsi Ubi Cilembu

Levene Statistic	df1	df2	Sig.

Test of Homogeneity of Variances

Kadar Glukosa Setelah Mengonsumsi Ubi Cilembu

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.736	5	54	.599

c. Ubi Ungu**Shapiro-Wilk Test**

		Waktu					
		Menit ke- 0	Menit ke-15	Menit ke-30	Menit ke-45	Menit ke-60	Menit ke-120
N		10	10	10	10	10	10
Normal Parameters (a,b)	Mean	90.00	114.80	135.40	129.30	122.40	100.70
	Std. Deviation	2.211	3.293	2.271	2.224	2.066	2.821
Shapiro Wilk		.702	.628	.145	.830	.447	.284

a Test distribution is Normal

b Calculated from data

Test of Homogeneity of Variances

Kadar Glukosa Setelah Mengonsumsi Ubi Ungu

Levene Statistic	df1	df2	Sig.
.657	5	54	.658

Lampiran D. Uji Parametrik

Multiple Comparisons

Kadar Glukosa Setelah Mengonsumsi Nasi Putih

LSD

(I) Nasi Putih	(J) Nasi Putih	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
menit ke-0	menit ke-15	-48.200*	1.043	.000	-28.61	-25.39
	menit ke-30	-59.100*	1.043	.000	-47.71	-44.49
	menit ke-45	-43.200*	1.043	.000	-43.51	-40.29
	menit ke-60	-34.800*	1.043	.000	-35.31	-32.09
	menit ke-120	-15.700*	1.043	.000	-13.41	-10.19
menit ke-15	menit ke-0	48.200*	1.043	.000	25.39	28.61
	menit ke-30	-10.1900*	1.043	.000	-20.71	-17.49
	menit ke-45	5.000*	1.043	.000	-16.51	-13.29
	menit ke-60	13.400*	1.043	.000	-8.31	-5.09
	menit ke-120	32.500*	1.043	.000	13.59	16.81
menit ke-30	menit ke-0	59.100*	1.043	.000	44.49	47.71
	menit ke-15	-10.900*	1.043	.000	17.49	20.71
	menit ke-45	15.900*	1.043	.000	2.59	5.81
	menit ke-60	24.300*	1.043	.000	10.79	14.01
	menit ke-120	43.400*	1.043	.000	32.69	35.91
menit ke-45	menit ke-0	43.200*	1.043	.000	40.29	43.51
	menit ke-15	-5.000*	1.043	.000	13.29	16.51
	menit ke-30	-15.900*	1.043	.000	-5.81	-2.59
	menit ke-60	8.400*	1.043	.000	6.59	9.81
	menit ke-120	27.500*	1.043	.000	28.49	31.71
menit ke-60	menit ke-0	34.800*	1.043	.000	32.09	35.31
	menit ke-15	-13.400*	1.043	.000	5.09	8.31
	menit ke-30	-24.300*	1.043	.000	-14.01	-10.79
	menit ke-45	-8.400*	1.043	.000	-9.81	-6.59
	menit ke-120	19.100*	1.043	.000	20.29	23.51
menit ke-120	menit ke-0	15.700*	1.043	.000	10.19	13.41
	menit ke-15	-32.500*	1.043	.000	-16.81	-13.59
	menit ke-30	-19.100*	1.043	.000	-35.91	-32.69
	menit ke-45	-27.500*	1.043	.000	-31.71	-28.49
	menit ke-60	-21.900*	1.043	.000	-23.51	-20.29

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ANOVA

Kadar Glukosa Setelah Mengonsumsi Nasi Putih

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	24063.200	5	4812.640	884.556	.000
Within Groups	293.800	54	5.441		
Total	24357.000	59			

b. Ubi Cilembu

Multiple Comparisons

Kadar Glukosa Setelah Mengonsumsi Ubi Cilembu

LSD

(I) Ubi Cilembu	(J) Ubi Cilembu	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
menit ke-0	menit ke-15	-27.000*	.805	.000	-28.61	-25.39
	menit ke-30	-46.100*	.805	.000	-47.71	-44.49
	menit ke-45	-41.900*	.805	.000	-43.51	-40.29
	menit ke-60	-33.700*	.805	.000	-35.31	-32.09
	menit ke-120	-11.800*	.805	.000	-13.41	-10.19
menit ke-15	menit ke-0	27.000*	.805	.000	25.39	28.61
	menit ke-30	-19.100*	.805	.000	-20.71	-17.49
	menit ke-45	-14.900*	.805	.000	-16.51	-13.29
	menit ke-60	-6.700*	.805	.000	-8.31	-5.09
menit ke-30	menit ke-120	15.200*	.805	.000	13.59	16.81
	menit ke-0	46.100*	.805	.000	44.49	47.71
	menit ke-15	19.100*	.805	.000	17.49	20.71
	menit ke-45	4.200*	.805	.000	2.59	5.81
	menit ke-60	12.400*	.805	.000	10.79	14.01
menit ke-45	menit ke-120	34.300*	.805	.000	32.69	35.91
	menit ke-0	41.900*	.805	.000	40.29	43.51
	menit ke-15	14.900*	.805	.000	13.29	16.51
	menit ke-30	-4.200*	.805	.000	-5.81	-2.59
	menit ke-60	8.200*	.805	.000	6.59	9.81
menit ke-60	menit ke-120	30.100*	.805	.000	28.49	31.71
	menit ke-0	33.700*	.805	.000	32.09	35.31
	menit ke-15	6.700*	.805	.000	5.09	8.31
	menit ke-30	-12.400*	.805	.000	-14.01	-10.79
	menit ke-45	-8.200*	.805	.000	-9.81	-6.59
menit ke-120	menit ke-0	21.900*	.805	.000	20.29	23.51
	menit ke-15	11.800*	.805	.000	10.19	13.41
	menit ke-30	-15.200*	.805	.000	-16.81	-13.59
	menit ke-45	-34.300*	.805	.000	-35.91	-32.69
	menit ke-60	-30.100*	.805	.000	-31.71	-28.49
	menit ke-60	-21.900*	.805	.000	-23.51	-20.29

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ANOVA

Kadar Glukosa Setelah Mengonsumsi Ubi Cilembu

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	15913.750	5	3182.750	981.545	.000
Within Groups	175.100	54	3.243		
Total	16088.850	59			

c. Ubi Ungu

Multiple Comparisons

Kadar Glukosa Setelah Mengonsumsi Ubi Ungu

LSD

(I) Ubi Ungu	(J) Ubi Ungu	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
menit ke-0	menit ke-15	-24.800	1.126	.000	-27.06	-22.54
	menit ke-30	-45.400	1.126	.000	-47.66	-43.14
	menit ke-45	-39.500	1.126	.000	-41.76	-37.24
	menit ke-30	-32.400	1.126	.000	-34.66	-30.14
	menit ke-120	-11.200	1.126	.000	-13.46	-8.94
menit ke-15	menit ke-0	24.800	1.126	.000	22.54	27.06
	menit ke-30	-20.600	1.126	.000	-22.86	-18.34
	menit ke-45	-14.700	1.126	.000	-16.96	-12.44
	menit ke-30	-7.600	1.126	.000	-9.86	-5.34
	menit ke-120	13.600	1.126	.000	11.34	15.86
menit ke-30	menit ke-0	45.400	1.126	.000	43.14	47.66
	menit ke-15	20.600	1.126	.000	18.34	22.86
	menit ke-45	5.900	1.126	.000	3.64	8.16
	menit ke-30	13.000	1.126	.000	10.74	15.26
	menit ke-120	34.200	1.126	.000	31.94	36.46
menit ke-45	menit ke-0	39.500	1.126	.000	37.24	41.76
	menit ke-15	14.700	1.126	.000	12.44	16.96
	menit ke-30	-5.900	1.126	.000	-8.16	-3.64
	menit ke-30	7.100	1.126	.000	4.84	9.36
	menit ke-120	28.300	1.126	.000	26.04	30.56
menit ke-30	menit ke-0	32.400	1.126	.000	30.14	34.66
	menit ke-15	7.600	1.126	.000	5.34	9.86
	menit ke-30	-13.000	1.126	.000	-15.26	-10.74
	menit ke-45	-7.100	1.126	.000	-9.36	-4.84
	menit ke-120	21.200	1.126	.000	18.94	23.46
menit ke-120	menit ke-0	11.200	1.126	.000	8.94	13.46
	menit ke-15	-13.600	1.126	.000	-15.86	-11.34
	menit ke-30	-34.200	1.126	.000	-36.46	-31.94
	menit ke-45	-28.300	1.126	.000	-30.56	-26.04
	menit ke-30	-21.200	1.126	.000	-23.46	-18.94

*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

ANOVA

Kadar Glukosa Setelah Mengonsumsi Ubi Ungu

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	14948.350	5	2989.670	471.364	.000
Within Groups	342.500	54	6.343		
Total	15290.850	59			



Lampiran E. Alat dan Bahan Penelitian



Disposable blood lancet



Glucose stick



Glukometer & pen lancet



Timbangan kue



Kertas tisu



One swab alcohol 70%



Dandang untuk mengukus ubi



Rice cooker



Nasi putih



Ubi cilembu



Ubi ungu

