

**PERBANDINGAN PEMBERIAN MADU HUTAN DAN MADU
BUDIDAYA PADA MENIT KE-30 TERHADAP GLUKOSA
DARAH MAHASISWA FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG ANGGARAN 2015**

(Skripsi)

**Oleh
MIA TRIHASNA ASRIZAL**



**FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

**PERBANDINGAN PEMBERIAN MADU HUTAN DAN MADU
BUDIDAYA PADA MENIT KE-30 TERHADAP GLUKOSA
DARAH MAHASISWA FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG ANGGARAN 2015**

Oleh

MIA TRIHASNA ASRIZAL

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
SARJANA KEDOKTERAN**

Pada

**Program Studi Pendidikan Dokter Fakultas Kedokteran
Universitas Lampung**



**PROGRAM STUDI PENDIDIKAN DOKTER
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2017**

ABSTRACT

COMPARISON OF GRANTING FOREST HONEY AND FARM HONEY AT HALF HOUR ON BLOOD GLUCOSE LEVELS OF MEDICAL STUDENT OF LAMPUNG UNIVERSITY CLASS OF 2015

By

MIA TRIHASNA ASRIZAL

Background: Diabetes mellitus is a degenerative disease that causes an increase in blood glucose levels are high in the body. Blood glucose is the sugar found in the blood that form of carbohydrates in the diet and are stored as glycogen in the liver and skeletal muscle. Carbohydrates that have a low glycemic index sparked a bit of an increase in blood glucose levels, while carbohydrates with a high glycemic index will lead to increased blood glucose is high. Honey is one of the intake that have a low glycemic index.

Objective: To compare the provision of forest honey and farm honey on the blood glucose.

Methods: This study was a quantitative analytic cross-sectional approach. This study used subjects were 35 male medical students of Lampung University class of 2015. Each of these subjects had fasted at least 8 hours before, given forest honey and farm honey with a distance of one week. Blood glucose assessed fasting blood glucose and blood glucose 30 minutes after administration of honey.

Results: The result of this research shown the average values of increase blood glucose levels after consumption of forest honey is 19,88 mg/dl and the average values of increase blood glucose levels after consumption of farm honey is 28,80 mg/dl. Results of analysis using paired t test with p value = 0.001 ($p < 0.05$).

Conclusion: The use of forest honey will be a better alternative to sugar for diabetics due to increased blood glucose levels after consumption of forest honey is lower than the cultivation of honey.

Keywords: blood glucose, farm honey, forest honey.

ABSTRAK

PERBANDINGAN PEMBERIAN MADU HUTAN DAN MADU BUDIDAYA PADA MENIT KE-30 TERHADAP GLUKOSA DARAH MAHASISWA FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS LAMPUNG ANGGARAN 2015

Oleh

MIA TRIHASNA ASRIZAL

Latar belakang: Diabetes melitus adalah suatu penyakit degeneratif yang menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah yang tinggi di dalam tubuh. Glukosa darah merupakan gula yang terdapat dalam darah yang terbentuk dari karbohidrat dalam makanan dan disimpan sebagai glikogen di hati dan otot rangka. Karbohidrat yang memiliki indeks glikemik rendah memicu sedikit dari peningkatan kadar glukosa darah, sedangkan karbohidrat dengan indeks glikemik tinggi akan memicu peningkatan glukosa darah yang tinggi. Madu merupakan salah satu asupan yang memiliki indeks glikemik rendah.

Tujuan: Untuk mengetahui perbandingan pemberian madu hutan dan madu budidaya terhadap gambaran glukosa darah.

Metode: Desain penelitian ini adalah analitik kuantitatif dengan pendekatan *cross-sectional*. Penelitian ini menggunakan subjek sebanyak 35 orang mahasiswa laki-laki angkatan 2015 FK Unila. Masing-masing subjek yang telah berpuasa minimal 8 jam sebelumnya, diberikan madu hutan dan madu budidaya dengan jarak satu minggu. Glukosa darah yang dinilai adalah glukosa darah puasa dan glukosa darah 30 menit setelah pemberian madu.

Hasil: Hasil penelitian ini menunjukkan peningkatan kadar glukosa darah rata-rata setelah konsumsi madu hutan sebesar 19,88 mg/dl dan rata-rata peningkatan kadar glukosa darah setelah konsumsi madu budidaya sebesar 28,80 mg/dl. Hasil analisis penelitian dengan menggunakan Uji T berpasangan didapatkan nilai $p=0,001$ (nilai $p < 0,05$) artinya terdapat perbedaan yang bermakna

Simpulan: Penggunaan madu hutan akan lebih baik menjadi alternatif pengganti gula bagi penderita diabetes karena peningkatan kadar glukosa darah setelah pemakaian madu hutan lebih rendah dibandingkan dengan madu budidaya.

Kata kunci: glukosa darah, madu budidaya, madu hutan.

Judul Skripsi : **PERBANDINGAN PEMBERIAN MADU HUTAN DAN MADU BUDIDAYA PADA MENT KE- 30 TERHADAP GLUKOSA DARAH MAHASISWA FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS LAMPUNG ANGGATAN 2015**

Nama Mahasiswa : Mia Trihasna Asrizal

Nomor Pokok Mahasiswa : 1318011109

Program Studi : Pendidikan Dokter
Fakultas : Kedokteran



dr. Khairun Nisa B., S.Ked, M.Kes, AIFO
NIP. 19740226 200112 2 002

dr. Tri Umiana Soleha, S.Ked, M.Kes
NIP. 19760903 200501 2 001

MENGETAHUI
Dekan Fakultas Kedokteran

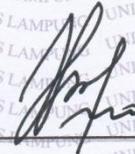


Dr. dr. Muhartono, S.Ked., M.Kes., Sp.PA
NIP. 19701208 200112 1 001

MENGESAHKAN

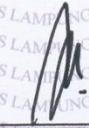
1. **Tim Penguji
Ketua**

: dr. Khairun Nisa, S.Ked., M.Kes., AIFO



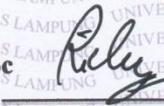
Sekretaris

: dr. Tri Umiana Soleha, S.Ked., M.Kes



**Penguji
Bukan Pembimbing:**

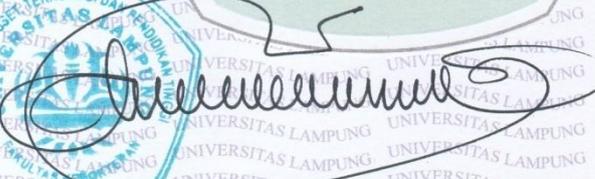
dr. M. Ricky Ramadhian, S.Ked., M.Sc



2. **Dekan Fakultas Kedokteran**

**Dr. dr. Muhartono, S.Ked., M.Kes., Sp.PA
NIP. 19701208 200112 1 001**

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 17 Januari 2017



LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya, bahwa:

1. Skripsi dengan judul “PERBANDINGAN PEMBERIAN MADU HUTAN DAN MADU BUDIDAYA PADA MENIT KE-30 TERHADAP GLUKOSA DARAH MAHASISWA FAKULTAS KEDOKTERAN UNIVERSITAS LAMPUNG ANGKATAN 2015” adalah hasil karya sendiri dan tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara tidak sesuai tata etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarism.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya.

Bandar Lampung, Januari 2017
Pembuat pernyataan,



Mia Trihasna Asrizal
NPM 1318011109

“Sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada terhingga, kupersembahkan karya kecil ini kepada cahaya hidup yang senantiasa ada saat suka maupun duka, selalu setia mendampingi saat kulemah tak berdaya (PAPI dan MAMI tercinta) selalu memanjatkan doa untuk putri tercinta dalam setiap sujudnya demi keberhasilan dan kesuksesanku, yang tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan selembar kertas kata cinta dan persembahan”

"Terbentur, Terbentur, Terbentur, Terbentuk."

-Tan Malaka-

You can't calm the storm, so stop trying.

What you can do is calm yourself.

The storm will pass.

"Boleh jadi kamu membenci sesuatu padahal ia amat baik bagimu dan boleh jadi pula kamu menyukai sesuatu padahal ia amat buruk bagimu.

Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui"

- QS Al Baqarah: 216 -

"Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), kerjakanlah dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain. Dan hanya kepada Tuhanmu lah hendaknya kamu berharap."

- QS Al Insyirah: 6-8 -

SANWACANA

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya skripsi ini dapat diselesaikan.

Skripsi dengan judul “*Perbandingan Pemberian Madu Hutan Dan Madu Budidaya Pada Menit Ke-30 Terhadap Glukosa Darah Mahasiswa Fakultas Kedokteran Universitas Lampung Angkatan 2015*” ini disusun sebagai salah satu syarat menyelesaikan pendidikan dan memperoleh gelar Sarjana Kedokteran di Program Studi Pendidikan Dokter Universitas Lampung.

Dalam menyelesaikan skripsi ini, penulis banyak mendapat masukan, bantuan, dorongan, saran, bimbingan, dan kritik dari berbagai pihak. Maka dalam kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Hasriadi Mat Akin, M.P., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Dr. dr. Muhartono, S.Ked., M.Kes., Sp.PA. selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung
3. dr. Khairun Nisa Berawi, S.Ked., M.Kes., AIFO. selaku pembimbing 1 yang telah meluangkan waktu dan dengan sabar membimbing, memberi perhatian, dan semangat kepada penulis selama penulis melakukan dan menyelesaikan proses pembuatan skripsi ini.

4. dr. Tri Umiana Soleha, S,Ked., M.Kes. selaku pembimbing 2 yang telah meluangkan waktu dan dengan sabar membimbing, memberi perhatian dan masukan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan.
5. dr. M. Ricky Ramadhian, S.Ked., M.Sc. selaku pembahas. Terima kasih atas waktu, ilmu, dan sarannya.
6. dr. Dian Isti Angraini, S.Ked., M.P.H selaku pembimbing akademik, terima kasih atas motivasi dan do'anya.
7. Seluruh staf pengajar dan karyawan FK Unila atas ilmu yang telah diberikan kepada penulis untuk menambah wawasan yang menjadi landasan bagi masa depan dan cita-cita.
8. Kedua orang tuaku tercinta; Papiku dr. Asrizal Taizir, Sp.JP dan Mamiku Rachmy Denda Hasnita Z.I yang selalu membuatku termotivasi dan selalu menyirami dengan kasih sayang, doa, dan nasihat agar aku menjadi lebih baik. Semoga ini langkah awal yang bisa membuat Mami dan Papi bangga, karena Mia sadar selama ini belum bisa berbuat yang lebih. Terima kasih Mami.. Terima kasih Papi..
9. Kedua abangku tersayang; dr. Mirza Pratama Asrizal dan dr. Rinaldy Aditya Asrizal yang senantiasa memberikan kasih sayang, dorongan, semangat, dan doa yang sangat berarti dalam penyelesaian skripsi ini.
10. Seluruh keluarga besar yang tidak dapat disebutkan satu persatu atas motivasi dan doa untuk menyelesaikan studi ini.
11. Pak Wahyu selaku penjual madu, terima kasih telah sangat ramah dan turut membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

12. Adik-adik angkatan 2015: Farhandika, Asy, Alvin, Andhika, Danang, Diki, Fahri, Habibi, Hendro, Kesumayuda, Rifki, Sukma, Uul, dkk. selaku responden dalam penelitian ini. Terima kasih atas bantuan dan dukungan kalian dalam proses pembuatan skripsi ini.
13. Sahabatku Rini Noer Ardina yang tidak bosan-bosannya mendengarkan keluh kesah penulis selama ini. Terima kasih selalu memberikan semangat dan doa kepada penulis.
14. Sahabat-sahabat SMA “MBROS”: Refkysuhe, Imamyuffi, Rioqisthi. Terima kasih atas canda tawa yang diberikan hingga sekarang.
15. Sahabat-sahabatku “Nara Squad”: Awen, Nyoman, Rizki, Fauzi, Tahta, Tya, dan Shella. Terima kasih atas dukungan, bantuan, doa, serta kebersamaannya sejak di bangku SMA hingga sekarang.
16. Sahabat sepermainan semasa kuliah: Tesia Iryani, Indira Malahayati, Mentariasih Maulida, dan Irfan Silaban. Terima kasih telah banyak membantu dan memberikan canda tawa selama masa perkuliahan ini.
17. Teman-teman sesama bimbingan 1 dr. Nisa: Melin, Azzaky, Ani, dan Farishal. Terima kasih atas masukan dalam penyelesaian skripsi ini.
18. Teman-teman KKN Desa Durian, Pesawaran: Atika, Lisca, Della, Nabilla, Kak Ea, dan Samie. Teman berbagi suka dan duka selama 2 bulan KKN di tempat orang. Terima kasih atas canda tawa dan keakraban yang masih terjalin hingga sekarang.
19. Teman-teman “MM11”: Atika Meri Cody Rani Afief Satya Aulian Ica Tara dan Feza, terima kasih untuk kenangan selama awal perkuliahan, tanpa kalian tidak berwarna hari-hari selama masa maba yang suram.

20. Teman-teman kelompok tutorial dan csl 4, 6, 8, 4, 3, 14, 15, dan 11 terima kasih telah mewarnai hari-hari selama masa perkuliahan.
21. Teman-teman seperjuangan angkatan 2013 “CEREBELLUMS” yang tidak dapat disebutkan namanya satu persatu. Terima kasih atas kebersamaan, keceriaan, kekompakan, dan kebahagiaan selama perkuliahan. Semoga kita menjadi dokter-dokter yang profesional dan amanah.
22. Seluruh kakak-kakak 2010, 2011, dan 2012 serta adik-adik tingkat 2014, 2015, dan 2016 yang selalu memberikan motivasi dan semangatnya dalam satu kedokteran.
23. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dan menyumbangkan pemikirannya dalam pembuatan skripsi ini.

Akhir kata, semoga semua bantuan dan doa yang telah diberikan kepada penulis dapat balasan dari Allah SWT. Penulis menyadari bahwa skripsi ini banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu penulis mengharapkan saran dan kritik yang bersifat membangun demi perbaikan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi yang sederhana ini dapat berguna dan bermanfaat bagi kita semua.

Bandar Lampung, Januari 2017

Penulis

Mia Trihasna Asrizal

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR ISI	i
DAFTAR TABEL	iii
DAFTAR GAMBAR	iv
DAFTAR LAMPIRAN	v
BAB I PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	7
1.3. Tujuan Penelitian	7
1.4. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Glukosa Darah	8
2.1.1. Metabolisme Glukosa	9
2.1.2. Faktor yang Mempengaruhi Kadar Gula Darah	14
2.1.3. Fisiologi Pengaturan Kadar Gula Darah.....	16
2.2. Madu	18
2.2.1. Pengertian Madu	18
2.2.2. Bahan Baku Madu	19
2.2.3. Komposisi dan Kandungan Madu	20
2.2.4. Jenis Madu	24
2.2.5. Pengaruh Madu Terhadap Kadar Glukosa Darah....	26
2.3. Kerangka Pemikiran	29
2.3.1. Kerangka Teori	29
2.3.2. Kerangka Konsep	31
2.3.3. Hipotesis	31
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Desain Penelitian	32
3.2. Waktu dan Tempat	32
3.3. Subjek Penelitian	32
3.3.1. Populasi	32
3.3.2. Sampel	33
3.4. Identifikasi Variabel	34
3.5. Definisi Operasional	34
3.6. Alat dan Bahan	35
3.7. Cara Kerja	35

3.8. Alur Penelitian	36
3.9. Analisis Data	37
3.9.1 Pengolahan Data	37
3.9.2 Analisis Data	37
3.10. <i>Ethical Clearence</i>	39
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1. Gambaran Umum Penelitian	40
4.1.1. Karakteristik Responden	41
4.1.2. Analisis Univariat	42
4.1.3. Analisis Bivariat	43
4.2. Pembahasan	46
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1. Kesimpulan	53
5.2. Saran	53
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Kandungan Nutrisi Madu	22
2. Definisi Operasional Variabel	34
3. Rerata Kadar Glukosa Darah Sebelum dan Sesudah Pemberian Madu Hutan	42
4. Rerata Kadar Glukosa Darah Sebelum dan Sesudah Pemberian Madu Budidaya	43
5. Hasil Uji Normalitas	44
6. Hasil Uji T Pada Masing-Masing Variabel	45
7. Hasil Uji T Berpasangan	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kurva Fluktuasi Glukosa Darah	4
2. Struktur Glukosa	8
3. Metabolisme Oksidatif dan Siklus Asam Sitrat	10
4. Proses Konversi Piruvat	11
5. Siklus Metabolisme Glukosa	13
6. Mekanisme Kerja Glukagon dan Insulin	18
7. Kerangka Teori Penelitian	30
8. Kerangka Konsep Penelitian	31
9. Diagram Alur Penelitian	36
10. Karakteristik Responden Berdasarkan Usia	41

DAFTAR LAMPIRAN

1. Surat Keterangan Lolos Kaji Etik
2. Surat Izin Penelitian
3. Lembar Penjelasan Kepada Calon Responden
4. Lembar Informed Consent
5. Form Data Rekapitulasi Hasil Penelitian
6. Dokumentasi Foto
7. Analisis Data Menggunakan *Software S*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Diabetes melitus adalah suatu penyakit degeneratif yang menyebabkan peningkatan kadar gula darah yang tinggi di dalam tubuh (Soegondo, 2009). *Internasional Diabetes Federation* (IDF) memperkirakan jumlah penderita diabetes mellitus di Indonesia meningkat dua kali lipat dari 2.598.000 pada tahun 2003 menjadi diabetes mellitus 5.210.000 penderita pada tahun 2025. WHO memastikan peningkatan pada penderita diabetes mellitus terutama tipe II paling banyak dialami oleh negara–negara berkembang termasuk Indonesia. Diabetes Mellitus tipe II tanpa tergantung insulin muncul pada usia diatas 45 tahun, karena pada usia 45 tahun ke atas tubuh sudah mengalami banyak perubahan terutama pada organ pankreas yang memproduksi insulin dalam darah (Suyono, 2009).

Glukosa darah merupakan gula dalam darah yang terbentuk dari karbohidrat dalam makanan dan disimpan sebagai glikogen di hati dan otot rangka. Energi yang berasal dari glukosa diperlukan bagi sebagian besar fungsi sel dan jaringan dalam tubuh. Energi alternatif juga dapat dibentuk dari metabolisme asam lemak, tetapi jalur ini kurang efisien dibandingkan dengan

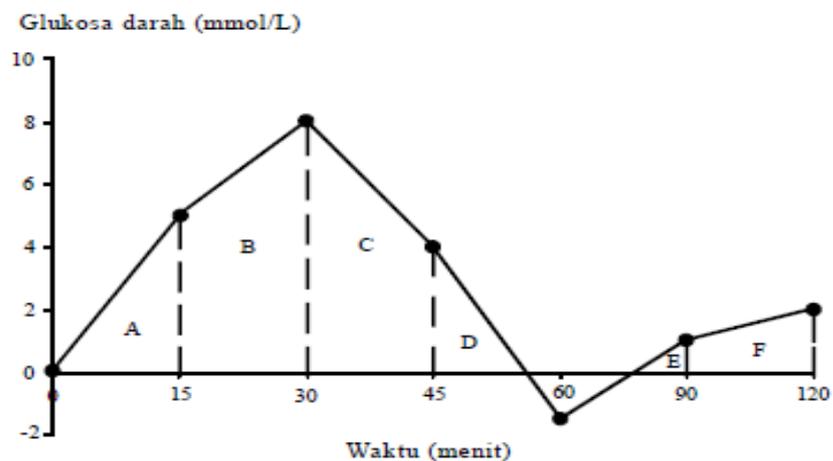
pembakaran langsung glukosa, dan proses ini juga menghasilkan metabolit-metabolit asam yang berbahaya apabila dibiarkan menumpuk. Kadar glukosa dalam darah dikendalikan oleh beberapa mekanisme homeostatik. Pada keadaan sehat dan dalam keadaan puasa, mekanisme ini mampu mempertahankan kadar glukosa dalam rentang 70 sampai 110 mg/dl (Widiyanto, 2008).

Glukosa darah biasanya meningkat setelah makan dan umumnya pada pagi hari berada pada level terendah. Glukosa darah sewaktu adalah pemeriksaan kadar glukosa darah yang dilakukan setiap waktu sepanjang hari tanpa memperhatikan makanan terakhir yang dimakan dan kondisi tubuh orang tersebut. Glukosa darah puasa adalah pemeriksaan kadar glukosa darah yang dilakukan setelah pasien berpuasa selama 8-10 jam, sedangkan pemeriksaan glukosa 2 jam setelah makan adalah pemeriksaan yang dilakukan 2 jam dihitung setelah pasien menyelesaikan makan (Henrikson, 2009). Banyak hormon yang berperan dalam mempertahankan kadar glukosa darah baik dalam keadaan normal maupun sebagai respon terhadap stress. Pengukuran glukosa darah sering dilakukan dalam memantau keberhasilan mekanisme regulatorik tubuh. Penyimpangan kadar glukosa dari normal, baik terlalu tinggi atau terlalu rendah, menandakan terjadinya gangguan homeostatis dan diharuskan tenaga analis kesehatan melakukan pemeriksaan untuk mencari etiologi penyebabnya (Sacher *et al.*, 2004).

Kondisi fisiologis kadar glukosa darah selama periode tertentu setelah seseorang mengonsumsi pangan disebut dengan respons glikemik. Karbohidrat yang berasal dari tanaman yang berbeda mempunyai respons glikemik yang berbeda pula. Perbedaan respons glikemik juga mungkin terjadi pada karbohidrat yang berasal dari tanaman yang sama namun berbeda varietas (Frei *et al.*, 2003). Seperti dijelaskan sebelumnya, pangan yang menaikkan kadar glukosa darah dengan cepat memiliki indeks glikemik tinggi, sebaliknya pangan yang menaikkan kadar glukosa darah dengan lambat memiliki indeks glikemik rendah (Ragnhild *et al.*, 2004; Rimbawan dan Siagian, 2004; Atkinson *et al.*, 2008). Nilai indeks glikemik dihitung berdasarkan perbandingan antara luas kurva kenaikan glukosa darah setelah mengonsumsi pangan yang diuji dengan kenaikan glukosa darah setelah mengonsumsi pangan rujukan terstandar, seperti glukosa (Marsono *et al.*, 2002) atau roti tawar (Brouns *et al.*, 2005). Respons glikemik ditunjukkan oleh kurva fluktuasi dari penyerapan glukosa dalam darah. Kurva fluktuasi dan area di bawah kurva tersebut dijadikan acuan dalam perhitungan nilai indeks glikemik suatu produk pangan.

Berdasarkan kecepatan pencernaan dan penyerapan glukosa serta fluktuasi kadarnya dalam darah dapat membedakan pangan dengan indeks glikemik (IG) rendah dan tinggi. Pangan yang memiliki IG rendah mengalami proses pencernaan lambat, sehingga laju pengosongan perut pun berlangsung lambat. Hal ini menyebabkan suspensi pangan (*chyme*) lebih lambat mencapai usus kecil, sehingga penyerapan glukosa pada usus kecil menjadi lambat. Fluktuasi

kadar glukosa darah pun relatif kecil yang ditunjukkan dengan kurva respons glikemik yang landai. Sebaliknya, pangan dengan IG tinggi menandakan laju pengosongan perut, pencernaan karbohidrat, dan penyerapan glukosa yang berlangsung cepat, sehingga fluktuasi kadar glukosa darah juga relatif tinggi. Hal tersebut karena penyerapan glukosa sebagian besar hanya terjadi pada usus kecil bagian atas (Hoerudin, 2012).



Gambar 1. Kurva fluktuasi glukosa darah (Hoerudin, 2012).

Karbohidrat yang memiliki indeks glikemik rendah menyebabkan sedikit dari peningkatan kadar gula darah, sedangkan karbohidrat dengan indeks glikemik tinggi akan menyebabkan peningkatan glukosa darah yang tinggi. Konsumsi bahan makanan dengan indeks glikemik rendah memiliki keuntungan efek fisiologis bagi tubuh (Mufti *et al.*, 2015).

Madu merupakan salah satu asupan yang memiliki indeks glikemik rendah. Di Indonesia, madu terdiri dari dua jenis yaitu madu budidaya dan madu hutan. Kuntadi, peneliti lebah dari Pusat Penelitian dan Pengembangan

Konservasi dan Rehabilitasi Kementerian Kehutanan mengatakan bahwa madu budidaya berasal dari perut lebah *Apis cerana* atau *mellifera*. Lebah ini mencari nektar bunga dari tanaman yang tumbuh di ladang atau lahan pertanian. Madu hutan berasal dari perut lebah *Apis dorsata*. Lebah ini hidup liar di hutan dan mencari nektar bunga dari tanaman yang ada di hutan. Menurut Kuntadi sarang lebah ini berada di pohon yang memiliki ketinggian antara 20-30 meter. Satu pohon bisa terdapat 100-200 sarang. Spesies ini berkembang hanya di kawasan sub-tropis dan tropis Asia, seperti Indonesia, Filipina, India, Nepal, dan tidak tersebar di luar Asia. Di Indonesia masih banyak ditemukan di Sumatra, Kalimantan, Sulawesi, Papua, dan Nusa Tenggara (Tim Karya Tani Mandiri, 2010).

Kandungan dalam madu memiliki manfaat yang baik untuk tubuh diantaranya terdapat vitamin A, B1, B2, B3, B5, B6, C, D, E, K, beta karoten, flavanoid, asam glutamat, asam fenolik, asam asetat, dan asam nikotinat. Madu juga memiliki kandungan mineral dan garam atau zat lain seperti zat besi, sulfur, magnesium, kalsium, kalium, khlor, natrium, fosfor, sodium, serta antibiotika dan enzim pencernaan. Rata-rata komposisi madu berupa 17,1% air ; 82,4% karbohidrat ; 0,5% protein, asam amino, vitamin dan mineral. Madu merupakan salah satu karbohidrat dengan indeks glikemik yang rendah (Bogdanov *et al.*, 2008).

Manfaat madu hutan kurang lebih sama dengan manfaat dari madu biasa, namun madu hutan memiliki khasiat yang lebih tinggi karena sifatnya yang

lebih alami dan jauh dari penambahan zat-zat lainnya. Salah satu zat yang terkandung dalam madu asli adalah Bee Pollen yang dapat membantu mengontrol glukosa darah. Kandungan fruktosa dalam madu hutan mampu mengimbangi proses pembentukan insulin lebih baik dibandingkan dengan glukosa dan sukrosa. (Purbaya, 2002).

Saat ini, kesadaran masyarakat akan madu sebagai salah satu *food supplement* memicu terjadinya peningkatan terhadap kebutuhan madu. Data Asosiasi Perlebahan Indonesia (API) 2005 menyebut, angka konsumsi madu di Indonesia berkisar antara 7.000-15.000 ton per tahun. Sedangkan produksi madu di Indonesia, per 2002 baru mencapai 4.000-5.000 ton/tahun. Disini jelas tercipta jurang lebar antara tingkat kebutuhan dan produksi madu (Tim Karya Tani Mandiri, 2010). Di Jepang, impor madu terus meningkat, makin tinggi teknologi suatu negara, makin tinggi pula jumlah konsumsi madu. Dalam setahun, tingkat konsumsi di negara-negara maju seperti Jerman, Jepang, Inggris, dan Perancis mencapai 700-1.500 gram per kapita. Negara berkembang kurang dari 70gr per kapita per tahun dan di Indonesia kurang dari 20gr per kapita per tahun, bahkan hanya 1,335gr per kapita per tahun (Tim Karya Tani Mandiri, 2010).

Salah satu penelitian yang telah dilakukan terhadap madu adalah pengaruh madu terhadap gula darah. Pada penelitian oleh Erejuwa *et al.*, dikatakan bahwa madu dapat menurunkan kadar gula darah apabila diberikan secara berkala pada penderita diabetes maupun non-diabetes (Erejuwa, 2012).

Sehubungan dengan pemikiran dan masalah di atas, maka perlu dikaji perbandingan antara pemberian madu hutan dan madu budidaya pada menit ke-30 terhadap gambaran glukosa darah.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka masalah penelitian yang dirumuskan adalah sebagai berikut : apakah terdapat perbedaan antara pemberian madu hutan dan madu budidaya pada menit ke-30 terhadap kadar glukosa dalam darah?

1.3 Tujuan Penelitian

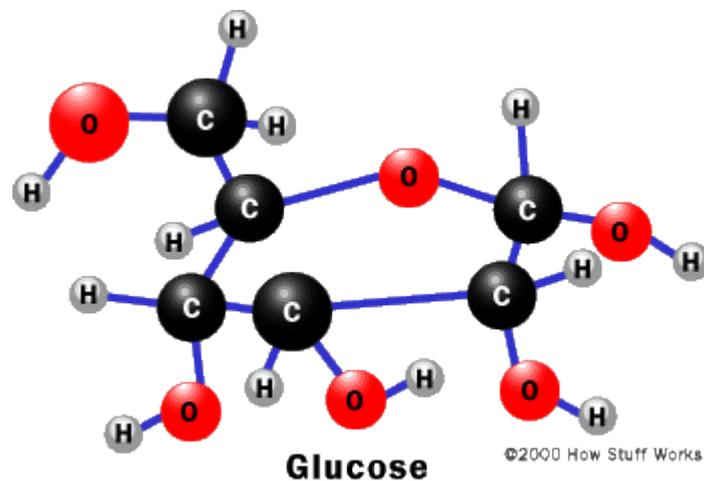
Adapun tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui perbandingan pemberian madu hutan dan madu budidaya pada menit ke-30 terhadap gambaran glukosa darah pada mahasiswa FK Unila angkatan 2015.

1.4 Manfaat penelitian

1. Bagi peneliti, sebagai wujud pengaplikasian disiplin ilmu yang telah dipelajari sehingga dapat mengembangkan khasanah keilmuan peneliti terutama pengetahuan mengenai pengaruh pemberian madu hutan dan madu budidaya terhadap glukosa darah.
2. Bagi masyarakat, memberikan informasi mengenai jenis madu dan manfaatnya, terutama terhadap glukosa darah.
3. Bagi peneliti selanjutnya, sebagai acuan atau bahan pustaka untuk melakukan penelitian lebih lanjut tentang fokus yang serupa.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Glukosa Darah



Gambar 2. Struktur glukosa (Sumber: Irawan, 2007).

Karbohidrat merupakan sumber utama glukosa dalam tubuh. Glukosa ialah nutrient penting yang berperan dalam proses penyediaan energi tubuh. Hal ini disebabkan karena semua jenis karbohidrat baik monosakarida, disakarida maupun polisakarida yang dikonsumsi oleh manusia akan terkonversi menjadi glukosa di dalam hati. Glukosa tersebut akan menjadi salah satu molekul utama bagi pembentukan energi di dalam tubuh. Berdasarkan bentuknya, molekul glukosa dapat dibedakan menjadi 2 jenis yaitu molekul D-Glukosa dan L-Glukosa. Faktor penentu dari bentuk glukosa ini adalah posisi gugus hidrogen alkohol bentuk molekul D & L-Glukosa yang dapat

dimanfaatkan oleh sistem tumbuh-tumbuhan, sedangkan sistem tubuh manusia hanya dapat memanfaatkan molekul D-Glukosa (Irawan, 2007).

2.1.1 Metabolisme Glukosa

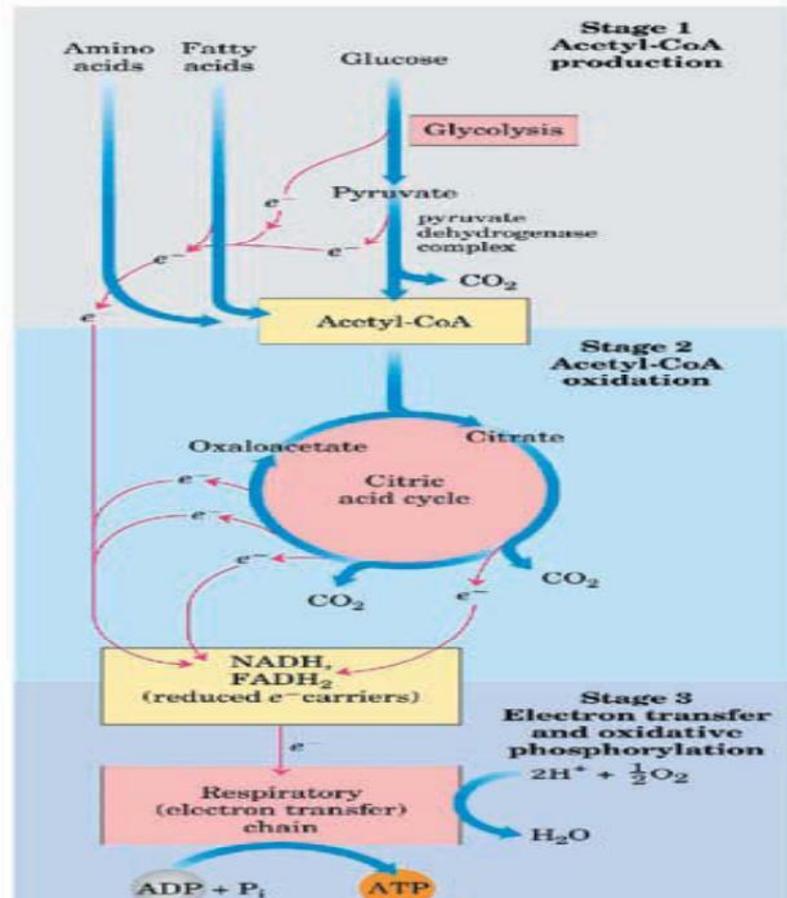
1. Proses Glikolisis

Tahap awal metabolisme glukosa dalam tubuh berlangsung secara anaerobik, konversi glukosa menjadi energi ini merupakan proses yang dinamakan Glikolisis. Proses ini berlangsung di dalam sitoplasma yang terdapat pada sel eukaryotik dengan bantuan 10 jenis enzim yang berfungsi sebagai katalis. Inti dari keseluruhan proses glikolisis ini adalah mengkonversi glukosa menjadi produk akhir berupa piruvat.

Pada proses Glikolisis, 1 molekul glukosa yang memiliki 6 atom karbon pada rantainya ($C_6H_{12}O_6$) akan terpecah menjadi produk akhir berupa 2 molekul piruvat yang memiliki 3 atom karbon ($C_3H_3O_3$). Proses ini berjalan melalui beberapa tahapan reaksi yang disertai dengan terbentuknya beberapa senyawa antara lain seperti *Glukosa 6-fosfat* dan *Fruktosa 6-fosfat*. Selain akan menghasilkan produk akhir berupa molekul piruvat, proses glikolisis ini juga akan menghasilkan molekul ATP serta molekul NADH (1 NADH; 3 ATP). Molekul ATP yang terbentuk ini kemudian akan diekstrak oleh sel-sel tubuh sebagai komponen dasar sumber energi. Melalui proses glikolisis ini 4 buah molekul ATP & 2 buah molekul NADH akan dihasilkan serta pada

awal tahapan prosesnya akan mengkonsumsi 2 buah molekul ATP sehingga total 8 buah ATP akan dapat terbentuk (Irawan, 2007).

2. Metabolisme Oksidatif



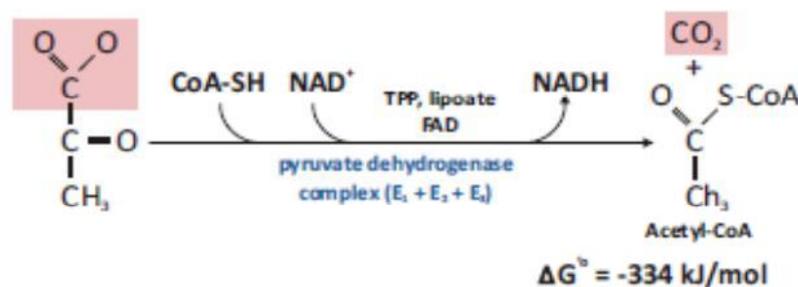
Gambar 3. Proses metabolisme oksidatif beserta Siklus Asam Sitrat (*Citric Acid Cycle*) (Sumber: Sari, 2011).

Tahap metabolisme energi berikutnya berlangsung secara aerobik dengan menggunakan bantuan oksigen (O_2). Molekul piruvat hasil proses glikolisis akan terkonversi menjadi asam laktat bila oksigen tidak tersedia. Dalam kondisi aerobik, piruvat hasil proses glikolisis akan teroksidasi menjadi produk akhir berupa H_2O dan CO_2 di dalam proses yang dinamakan dengan respirasi selular (*cellular respiration*).

Proses metabolisme oksidatif ini terbagi menjadi 3 tahap utama yaitu produksi *Acetyl-CoA*, proses oksidasi *Acetyl-CoA* dalam siklus asam sitrat (*Citric-Acid Cycle*) serta Rantai Transpor Elektron (*Eletron Transfer Chain/Oxidative Phosphorylation*). Tahap kedua dari proses metabolisme oksidatif yaitu Siklus Asam Sitrat yang merupakan pusat bagi seluruh aktivitas metabolisme tubuh. Selain digunakan untuk memproses karbohidrat, siklus ini juga digunakan untuk memproses molekul lain seperti protein dan juga lemak.

A. Produksi acetyl-CoA / Proses Konversi Pyruvate

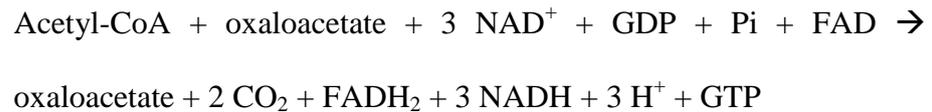
Sebelum memasuki Siklus Asam Sitrat (*Citric Acid Cycle*) molekul piruvat akan teroksidasi terlebih dahulu di dalam mitokondria menjadi *Acetyl-CoA* dan CO_2 . Proses ini dibantu oleh multi enzim *pyruvate dehydrogenase complex* (PDC) melalui 5 urutan reaksi yang melibatkan 3 jenis enzim serta 5 jenis koenzim. 3 jenis enzim yang terlibat dalam reaksi ini adalah enzim *Pyruvate Dehydrogenase* (E1), *dihydrolipoyl transacetylase* (E2) dan *dihydrolipoyl dehydrogenase* (E3), sedangkan koenzim yang terlibat dalam reaksi ini adalah TPP, NAD^+ , FAD, CoA & Lipoate.



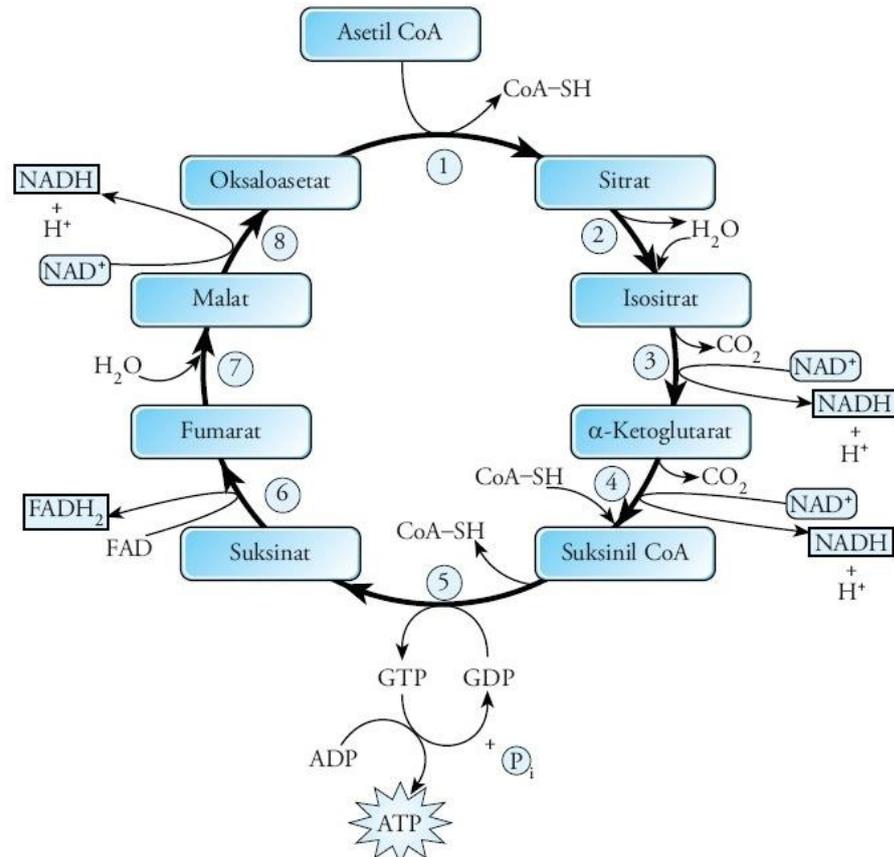
Gambar 4. Proses konversi piruvat (Sumber: Irawan, 2007).

B. Proses oksidasi Acetyl-CoA

Produk akhir dari proses konversi piruvat berupa molekul Acetyl CoA akan masuk ke dalam Siklus Asam Sitrat. Secara sederhana persamaan reaksi untuk 1 Siklus Asam Sitrat (*Citric Acid Cycle*) dapat dituliskan sebagai berikut:



Siklus ini merupakan tahap akhir dari proses metabolisme energi glukosa. Proses konversi pada siklus asam sitrat berlangsung di dalam mitokondria secara aerobik dengan bantuan 8 jenis enzim. Inti dari proses yang terjadi pada siklus ini adalah untuk mengubah 2 atom karbon yang terikat didalam molekul Acetyl-CoA menjadi 2 molekul karbon dioksida (CO₂) yang kemudian akan membebaskan koenzim A serta memindahkan reaksi yang dihasilkan pada siklus ini ke dalam senyawa NADH, FADH₂, dan GTP. Selain menghasilkan CO₂ dan GTP, dari persamaan reaksi dapat terlihat bahwa satu putaran Siklus Asam Sitrat juga akan menghasilkan molekul NADH dan molekul FADH₂. Kedua molekul ini kemudian akan diproses kembali secara aerobik di dalam membran sel mitokondria melalui proses Rantai Transpor Elektron untuk menghasilkan produk akhir berupa ATP dan air (H₂O) yang dapat digunakan sebagai energi (Irawan, 2007).



Gambar 5. Siklus Asam Sitrat.
(Sumber: Campbell *et al.*, 2010)

C. Proses rantai transpor elektron

Proses konversi molekul FADH₂ dan NADH yang dihasilkan dalam siklus asam sitrat (*citric acid cycle*) menjadi energi dikenal sebagai proses fosforilasi oksidatif (*oxydative phosphorylation*) atau disebut juga Rantai Transpor Elektron (*Electron Transport Chain*). Di dalam proses ini, elektron-elektron yang terkandung di dalam molekul NADH dan FADH₂ ini akan dipindahkan ke dalam aseptor utama yaitu oksigen (O₂). Pada akhir tahapan proses ini, elektron yang terdapat di dalam molekul NADH kan mampu menghasilkan 3 buah molekul ATP

sedangkan elektron yang terdapat di dalam molekul FADH_2 akan menghasilkan 2 buah molekul ATP (Irawan, 2007).

2.1.2 Faktor-faktor yang mempengaruhi kadar gula darah

Kadar glukosa plasma dalam tubuh sangat ditentukan oleh keseimbangan antara jumlah glukosa yang masuk ke dalam aliran darah dan jumlah yang keluar. Penentu utama masukan glukosa ke dalam tubuh adalah dari diet; kecepatan pemasukan ke dalam sel otot, jaringan adiposa, dan organ-organ lain; dan aktivitas glukostatik hati. Lima persen dari glukosa yang dikonsumsi langsung dikonversi menjadi glikogen di dalam hati, dan 30-40% dikonversi menjadi lemak. Sisanya dimetabolisme di otot dan jaringan-jaringan lainnya. Dalam keadaan puasa, glikogen hati akan dipecah untuk meningkatkan glukosa ke dalam aliran darah. Glikogen akan habis jika terjadi puasa yang lebih lama dan terjadi peningkatan glukoneogenesis dari asam amino dan gliserol dalam hati. Glukosa plasma dapat menurun hingga sekitar 60 mg/dL selama kelaparan berkepanjangan pada individu normal, tetapi gejala tidak terjadi karena glukoneogenesis mencegah setiap penurunan glukosa lebih lanjut (Ganong, 2010).

Metabolisme dalam tubuh akan bekerja lebih banyak apabila mengkonsumsi makanan manis secara berlebih. Glukosa yang diterima secara berlebih dapat meningkatkan asupan insulin dan menurunkan pengeluaran energi sehingga menyebabkan obesitas dan dapat memacu

terjadinya diabetes (Martalia, 2014). Kadar insulin dalam tubuh akan meningkat saat seseorang mengonsumsi gula secara berlebih. Selain itu, mengonsumsi gula secara berlebih juga dapat meningkatkan resistensi insulin sehingga kemampuan tubuh untuk menurunkan kadar glukosa darah pun akan terganggu (Darmasusila, 2013). Setelah mendapat asupan makanan, tubuh akan menstimulasi sel beta untuk memproduksi insulin. Insulin yang diproduksi oleh sel beta membuat gula darah berdifusi ke dalam sel dan akan dipakai sebagai energi, kemudian akan mengubah gula darah menjadi glikogen di dalam hati atau menjadi lemak di jaringan adiposa. Jika kadar gula darah dalam tubuh menurun, maka produksi insulin juga akan menurun (Martalia, 2014).

Kadar gula darah tidak selalu tetap, bervariasi pada waktu-waktu tertentu seperti pada kehamilan, saat menstruasi, dan pada pagi hari. Pada pagi hari terjadi *dawn phenomenon* dimana terjadi peningkatan kadar hormon glukagon, epinefrin, hormon pertumbuhan, dan kortisol sebelum seseorang bangun. Pengeluaran hormon-hormon antagonis terhadap insulin tersebut meningkatkan kadar gula darah dengan merangsang pengeluaran glukosa dari hati dan dapat menghambat tubuh dalam menggunakan glukosa. Penggunaan alkohol yang berlebihan dapat menimbulkan hipoglikemia sebab alkohol menurunkan pengeluaran glukosa oleh hati (Klapp, 2011).

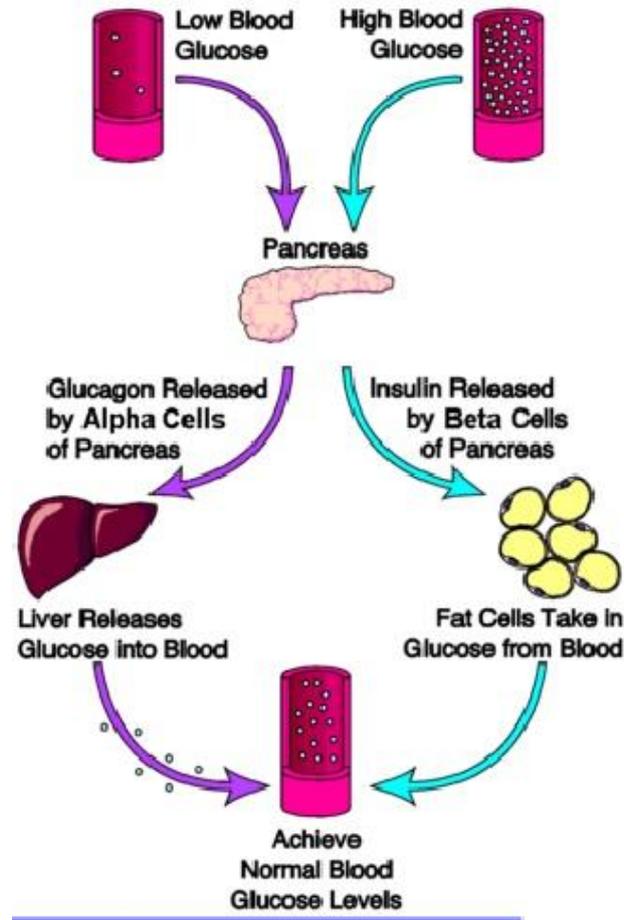
Faktor-faktor yang dapat menimbulkan stres seperti fisik (trauma, pembedahan, panas, atau dingin hebat); fisiologis (olahraga berat, syok perdarahan, nyeri); psikologis atau emosi (rasa cemas, ketakutan, kesedihan); dan sosial (konflik pribadi, perubahan gaya hidup) memicu pengeluaran hormon adrenalin dan kortisol yang juga menyebabkan pelepasan glukosa hati sebagai respon "*fight-orflight*" untuk meningkatkan ketersediaan glukosa, asam amino, dan asam lemak untuk digunakan jika diperlukan. Infeksi pada tubuh juga dapat meningkatkan kadar gula darah. Glukosa darah diperlukan untuk menjaga ketersediaan energi untuk pertahanan dalam melawan agen penyebab infeksi (Sherwood, 2012).

2.1.3 Fisiologi pengaturan kadar gula darah dalam tubuh

Sangatlah penting bagi tubuh untuk mempertahankan konsentrasi glukosa darah, karena secara normal glukosa merupakan satu-satunya bahan makanan yang dapat digunakan otak, retina, epithelium germinal dari gonad. Konsentrasi glukosa darah perlu dijaga agar tidak meningkat terlalu tinggi karena glukosa sangat berpengaruh terhadap tekanan osmotik cairan ekstraseluler, konsentrasi glukosa yang meningkat secara berlebihan dapat menyebabkan dehidrasi selular. Sangat tingginya konsentrasi glukosa dalam darah juga dapat menyebabkan keluarnya glukosa dalam air seni. Keadaan-keadaan tersebut menimbulkan diuresis osmotik oleh ginjal, yang dapat mengurangi cairan tubuh dan elektrolit (Guyton dan Hall, 2008).

Proses mempertahankan kadar glukosa yang stabil di dalam darah adalah salah satu mekanisme homeostasis yang diatur paling halus dan sangat berkaitan erat dengan hormon insulin dan glukagon. Insulin mempunyai efek meningkatkan ambilan glukosa di jaringan seperti jaringan adiposa dan otot. Sekresi hormon ini dirangsang oleh keadaan hiperglikemi, kerja insulin ini disebabkan oleh peningkatan transpor glukosa (GLUT 4) dari bagian dalam sel membran plasma. Sedangkan kerja glukagon berlawanan dengan kerja insulin, hormon glukagon menimbulkan glikogenolisis dengan mengaktifkan enzim fosforilase. Glukagon bekerja dengan menghasilkan cAMP (Murray *et al.*, 2003).

Hormon-hormon pankreas merupakan zat pengatur terpenting dalam metabolisme bahan bakar normal. Namun, beberapa hormon lain juga memiliki efek metabolik langsung walaupun kontrol sekresi mereka dikaitkan dengan faktor-faktor di luar transisi antara keadaan kenyang dan puasa. Efek hormon tiroid pada metabolisme intermediat bermacam-macam. Hormon ini merangsang efek anabolik dan katabolik serta laju metabolisme keseluruhan. Hormon-hormon stress, epinefrin dan kortisol, keduanya meningkatkan kadar glukosa dan asam lemak dalam darah. Selain itu, kortisol dan hormon pertumbuhan berperan penting dalam mempertahankan kadar gula darah selama keadaan kelaparan jangka panjang (Sherwood, 2012).



Gambar 6. Mekanisme Kerja Glukagon dan Insulin
(Sumber : Sherwood, 2012)

2.2 Madu

2.2.1 Pengertian Madu

Madu merupakan cairan alami yang mempunyai rasa manis yang dihasilkan oleh lebah madu dengan bahan baku nektar yang berasal dari sari bunga tanaman atau dari cairan yang berasal dari bagian-bagian tanaman hidup yang dikumpulkan, diubah dan diikat dengan senyawa-senyawa tertentu oleh lebah dan disimpan dalam sarangnya. Madu mempunyai sifat optik aktif dapat memutar bidang polarisasi ke kiri (*levo rotary*). Madu merupakan nektar yang diisap oleh lebah,

kemudian dikeluarkan lagi dan dikunyah-kunyah dan akhirnya disimpan dalam sel agar masak akibat adanya enzim invertase (Sari, 2011).

Madu adalah sebuah substansi alamiah yang dihasilkan oleh lebah madu dari nektar. Penggunaan madu telah dicatat sejak 2100-2000 SM dimana penggunaannya hanyalah berdasarkan pengamatan tanpa bukti ilmiah yang jelas. Namun dalam beberapa tahun terakhir ini telah banyak dilakukan penelitian terhadap madu murni dalam potensi keuntungannya secara kesehatan serta penggunaan dalam penanggulangan penyakit (Erejuwa, 2012).

2.2.2 Bahan Baku Madu

Madu adalah cairan kental yang dihasilkan oleh lebah madu dari berbagai sumber nektar. Nektar adalah senyawa kompleks yang dihasilkan kelenjar tanaman dalam bentuk larutan gula. Lebah madu memperoleh sebagian energi dari karbohidrat dalam bentuk gula. Madu merupakan sumber energi serta bahan yang diubah menjadi lemak dan glikogen (Tim Karya Tani Mandiri, 2010)

Nektar yang masih mengandung enzim diastase aktif diolah menjadi madu dalam kelenjar lebah pekerja. Karena itu, madu dari sari bunga yang berbeda akan memiliki rasa, warna, aroma, dan manfaat yang berbeda pula. Nektar merupakan senyawa kompleks yang dihasilkan

oleh kelenjar *necteriffier* dalam bunga dan berbentuk larutan gula dengan konsentrasi bervariasi. Sukrosa, fruktosa, dan glukosa adalah komponen utama nektar, disamping zat-zat gula lainnya dalam konsentrasi yang lebih sedikit. Disamping itu, terdapat juga zat lain dalam jumlah yang sedikit yaitu asam amino, resin, protein, garam, dan mineral. Apabila cairan dari nektar tersebut diisap oleh lebah madu, maka zat – zat tersebut akan mengalami suatu proses menjadi madu (Suranto, 2005). Adapun, madu embun (*honeydew*) adalah zat manis yang lengket seperti tetesan embun di atas daun dan kulit pohon yang diproduksi oleh beberapa jenis serangga yang mengisap cairan tumbuhan. Komposisinya mirip nektar, tetapi mengandung lebih banyak mineral biasanya lebah madu mengumpulkan madu embun bila nektar yang ada tidak mencukupi (Suranto, 2007)

2.2.3 Komposisi dan Kandungan Madu

Sebelum menjadi madu, ada empat tahap yang dilalui sebagai berikut. Pertama, mengumpulkan nektar dari tanaman. Kedua, mengubahnya menjadi gula invert yang terjadi ketika ada kontak antara nektar dan cairan saliva lebah pada saat lebah mengisap nektar dengan belalainya. Cairan saliva lebah mengandung enzim-enzim hidrolase sehingga pada tahap ini terjadi pemecahan gula. Ketiga, mengurangi jumlah kandungan air. Keempat, mematangkan madu di dalam sarang lebah (Suranto, 2005).

Nektar pada umumnya mengandung 40-80% air dan $\frac{3}{4}$ dari kadar air ini harus diuapkan oleh lebah untuk memperoleh madu. Madu yang sudah matang hanya mengandung 10-20% air. Untuk mempercepat penguapannya, lebah pekerja akan memindahkan tiap tetes nektar dari sel yang satu ke sel lain dalam sarangnya hingga madu yang matang menjadi kental (Sari, 2011).

Komposisi dari madu dipengaruhi oleh keadaan geografis daerah dibentuknya, tanaman asal darimana nektar diambil, keadaan lingkungan cuaca, serta tehnik pemrosesan (Erejuwa, 2012). Komponen utama dari madu adalah glukosa dan fruktosa. Madu memiliki kandungan karbohidrat yang tinggi dan rendah lemak. Kandungan gula dalam madu mencapai 80% dan dari gula tersebut 85% berupa fruktosa dan glukosa (Suranto, 2005).

Komposisi kimia madu dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 1. Kandungan Nutrisi Per 100gr Madu

No.	Komposisi	Jumlah
1.	Energi	1272 kJ (304 kkal)
2.	Karbohidrat	82,4 gr
3.	Gula	82,12 gr
4.	Serat pangan	0,2 gr
5.	Lemak	0 gr
6.	Protein	0,3 gr
7.	Air	17,10 gr
8.	Riboflavin (vitamin B2)	0,038 mg
9.	Niacin (vitamin B3)	0,121 mg
10.	<i>Panthothenic Acid</i> (B5)	0,068 mg
11.	Vitamin B6	0,024 mg
12.	Folate (vitamin B9)	2,25 mg
13.	Vitamin C	0,5 mg
14.	Kalsium	6 mg
15.	Besi	0,42 mg
16.	Magnesium	2 mg
17.	Phosporus	4 mg
18.	Potassium	52 mg
19.	Sodium	4 mg
20.	Zinc	0,22 mg

(Sumber: Sakri, 2015)

Komposisi madu dipengaruhi oleh sejumlah faktor seperti asal geografis, sumber botani nektar, kondisi lingkungan dan iklim serta teknik pengolahan (Erejuwa, 2012). Kandungan yang terbanyak dari madu adalah karbohidrat yaitu sekitar 95%, yang sebagian besar terdiri dari fruktosa dan glukosa. Selain kandungan tersebut, madu juga mengandung sejumlah kecil protein, enzim, asam amin, mineral, vitamin, senyawa aroma dan folipenol. Madu memiliki variasi indeks glikemik dari 32 hingga 85, tergantung pada sumber botani dengan kadar sukrosa yang rendah. Madu dengan kadar fruktosa yang tinggi memiliki indeks glikemik yang rendah (Bogdanov *et al.*, 2008).

Setiap 1000 gram madu bernilai 3280 kalori. Nilai 1 kg madu sama dengan 50 butir telur atau 5,575 liter susu atau 1,680 kg daging. Khasiat madu sangat berkaitan dengan kandungan gula yang tinggi, fruktosa 41%, glukosa 35%, dan sukrosa 1,9% serta unsur kandungan lain, seperti tepung sari yang ditambah berbagai enzim pencernaan. Di dalam madu juga terdapat kandungan vitamin A, vitamin B1, vitamin B2, asam, mineral, enzim, dan antibiotika. Semua kandungan tersebut dapat digunakan sebagai pengobatan tradisional, antibodi dan penghambat pertumbuhan sel kanker (tumor).

Kandungan asam organik dalam madu terdiri atas glikolat, asam format, asam laktat, asam sitrat, asam asetat, asam oksalat, asam malat, dan asam tartarat. Beberapa asam tersebut bermanfaat kesehatan terutama bagi metabolisme tubuh yaitu asam oksalat, asam tartarat, asam laktat, dan asam malat. Bahkan dalam asam laktat mengandung zat laktobasilin, yaitu zat penghambat pertumbuhan sel tumor dan kanker. Asam amino bebas dalam madu mampu membantu penyembuhan penyakit dan bahan pembentukan *neurotransmitter* atau senyawa yang berperan dalam mengoptimalkan fungsi otak. Prof. Dr. H. Muhilal, pakar gizi dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Gizi Bogor mengatakan bahwa selain asam organik yang mengandung asam amino untuk pembuatan protein tubuh (asam amino non-esensial) juga terdapat asam amino esensial yaitu lisin, histadin, dan triptofan (Tim Karya Tani Mandiri, 2010).

Madu alami mengandung banyak flavonoid (seperti apigenin, pinokembrin, kaempferol, quercetin, galangin, krisin, dan hesperetin), asam fenolik (seperti ellagic, caffeic, pcoumaric dan asam ferulic), asam askorbik, tokoferol, katalase, superoxide dismutase, *reduced glutathione*, produk reaksi Maillard dan peptid. Semua produk tersebut bekerjasama untuk membuktikan sinergi dari efek antioksidan (Eteraf dan Najafi, 2013).

Zat mangan dalam madu berfungsi sebagai antioksidan dan berpengaruh besar dalam pengontrolan gula darah serta mengatur hormon tiroid. Magnesium memegang peran penting dalam mengaktifkan fungsi replikasi sel, protein, dan energi. Yodium berguna bagi pertumbuhan dan membantu dalam pembakaran kelebihan lemak pada tubuh. Jika kekurangan seng biasanya kesehatan menurun sehingga mudah terjadi infeksi. Besi (Fe) membantu proses pembentukan sel darah merah (Tim Karya Tani Mandiri, 2010).

2.2.4 Jenis Madu

Madu dihasilkan dari dua jenis lebah, yaitu lebah liar dan lebah budidaya. Madu yang dihasilkan dari lebah liar berasal dari pohon yang berbatang tinggi yang disebut oleh masyarakat dengan nama pohon sialang. Warna madunya juga cenderung pekat. Sedangkan madu yang dihasilkan dari lebah budidaya berasal dari tanaman rendah seperti

buah-buahan maupun tanaman pertanian dengan warna madu yang cenderung cerah (Sakri, 2015).

Madu yang dibedakan dari keadaan lingkungannya dapat dibagi menjadi madu hutan dan madu ternak. Perbedaan madu hutan dan madu ternak meliputi jenis lebah, perbedaan perlakuan, dan perbedaan kandungannya. Madu ternak didapat dari lebah madu *Apis cerana* atau *Apis mellifera* sementara madu hutan dari lebah madu *Apis dorsata*. Perbedaan perlakuan adalah bahwa lebah madu hutan tidak dapat ditangkarkan sementara lebah madu ternak dapat ditangkarkan (Bima, 2013). Perbedaan isi madu dapat meliputi kadar invertase, proline, kadar oligosakarida, dan rasio fruktosa : glukosa (Joshi *et al.*, 2000).

Madu dapat dibagi menurut asal nektar, maupun menurut bentuk madu yang lazim terdapat dalam istilah pemasaran. Berbagai jenis madu dapat dihasilkan dari berbagai jenis nektar yang dikenal sebagai madu flora, madu ekstra flora serta madu embun (*honeydew*) (Suranto, 2005). Madu dinamai sesuai dengan sumber utama pakan lebahnya, dalam hal ini nektarnya, dimana madu dari sari bunga yang berbeda akan memiliki rasa, warna, aroma, dan manfaat yang berbeda pula. Contohnya lebah yang hidup di perkebunan kapuk akan menghasilkan madu yang dinamai madu kapuk. Lebah yang digembalakan di perkebunan apel akan menghasilkan madu apel. Dengan demikian, beragam nama madu akan banyak dijumpai di pasaran seperti madu

rambutan, madu lengkung, madu mahoni, madu mangga, madu mentimun, dan madu stroberi. Di samping itu, masih ditemui beberapa jenis madu, misalnya madu sisir madu ekstraksi yang dihasilkan dengan bantuan ekstraktor, dan ada lagi jenis madu cair dan madu bergranulasi disebut *creamed honey* (Bima, 2013).

2.2.5 Pengaruh Madu Terhadap Kadar Glukosa Darah

Unsur oksidasi yang terkandung dalam madu mampu menjadi pengurai gula di dalam darah sehingga tidak membuat kadar gula semakin bertambah tinggi. Di dalam madu terdapat 16 tipe gula, tetapi yang paling dominan adalah dekstrosa dan levulosa. Gula yang terdapat di dalam madu dikatakan sebagai gula sederhana atau *predigested* sehingga dapat segera diserap tubuh dan menghasilkan energi instan. Berbeda dengan gula biasa yang diminum yaitu gula sukrosa, gula ini perlu dicerna dalam tubuh dengan bantuan hormon insulin yang dihasilkan kelenjar pankreas, kemudian baru diserap sebagai energi (Tim Karya Tani Mandiri, 2010).

Kandungan yang terbanyak dari madu adalah karbohidrat yaitu sekitar 95%, yang sebagian besar terdiri dari fruktosa dan glukosa (Erejuwa, 2012). Fruktosa merupakan gula yang paling manis dengan rumus kimia yang sama seperti glukosa $C_6H_{12}O_6$ dengan struktur yang berbeda. Susunan atom dalam fruktosa merangsang pengecap pada lidah untuk menghasilkan sensasi manis (Marks *et al.*, 2000). Terdapat

beberapa penelitian yang menunjukkan bahwa mengonsumsi fruktosa dalam jumlah yang banyak dapat memberikan efek negatif terhadap tubuh, namun bila diberikan dalam jumlah yang cukup fruktosa terutama yang berasal dari alam akan memberikan efek yang menguntungkan pada manusia (Memon dan Kumar, 2013). Fruktosa dapat menyebabkan efek antidiabetes atau hipoglikemik madu. Fruktosa telah terbukti meningkatkan fosforilasi glukosa hepatic melalui aktivasi glukokinase, dan menghambat glikogenolisis melalui penekanan fosforilase. Fruktosa dalam madu dapat meningkatkan penyerapan glukosa hepatic juga sintesis dan penyimpanan glikogen sehingga meningkatkan kontrol glikemik pada diabetes mellitus (Eteraf dan Najafi, 2013). Beberapa penelitian lain yang dilakukan pada subyek sehat dan penderita diabetes menunjukkan bahwa fruktosa menyebabkan peningkatan post prandial yang lebih kecil pada glukosa plasma dan insulin bila dibandingkan dengan karbohidrat lainnya. Mengganti jenis karbohidrat menjadi fruktosa dapat menyebabkan pengurangan 13% glukosa plasma rata-rata dalam studi yang dilakukan pada penderita diabetes tipe I juga penderita diabetes tipe II (Bantle JP, 2009). Fruktosa tidak merangsang sekresi insulin dari sel beta pankreas, sehingga konsumsi makanan dan minuman yang mengandung fruktosa menghasilkan sekresi insulin post prandial lebih kecil dibandingkan mengonsumsi karbohidrat yang mengandung glukosa (Bray GA, 2007).

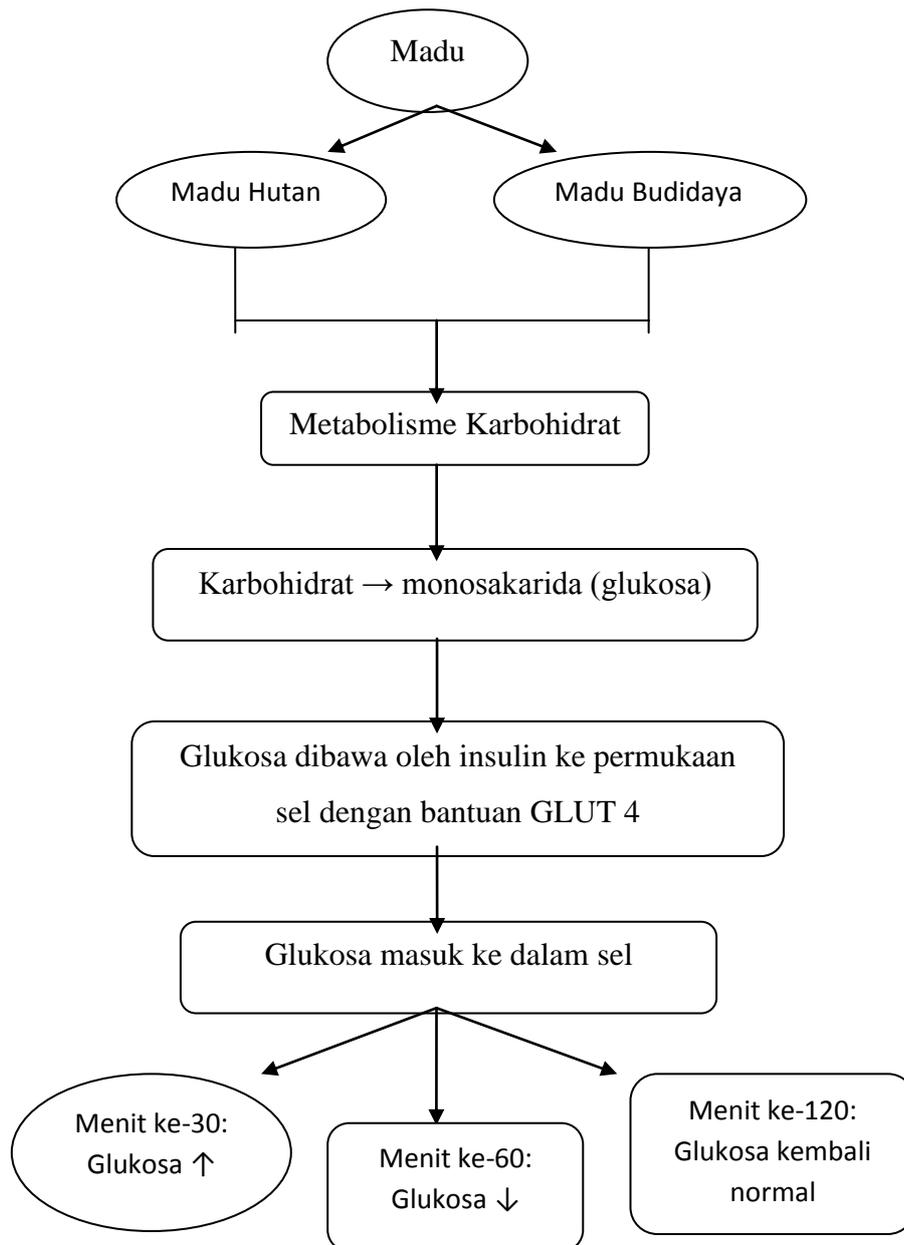
Madu juga mengandung anti oksidan yang signifikan seperti katalase, asam askorbat, asam fenolat, derivat karotenoid, asam organik, produk reaksi Maillard, asam amino, protein, dan juga flavonoid. Flavonoid merupakan salah satu kelompok senyawa metabolit sekunder yang paling banyak ditemukan di dalam tanaman. Flavonoid termasuk dalam golongan senyawa phenolik dengan struktur kimia C₆-C₃-C₆. Kerangka flavonoid terdiri atas satu cincin aromatik A, satu cincin aromatik B, dan cincin tengah berupa heterosiklik yang mengandung oksigen dan bentuk teroksidasi cincin ini dijadikan dasar pembagian flavonoid ke dalam sub-sub kelompoknya (Redha A, 2010). Flavonoid memiliki efek biologi yang bervariasi seperti aktivitas immunomodulasi, antioksidan, efek hipolipidemi, hipoglikemi dan melenturkan pembuluh darah (Novrial *et al.*, 2012). Flavonoid berperan sebagai antioksidan dengan cara mendonasikan atom hidrogennya atau melalui mengkelat logam, berada dalam bentuk glukosida atau dalam bentuk bebas yang disebut aglikon (Redha A, 2010). Efek antidiabetik flavonoid juga telah dibuktikan melalui penelitian pada tikus, disimpulkan bahwa flavonoid dapat memodulasi metabolisme lipid, glukosa abnormal, memperbaiki resistensi insulin perifer dan mengurangi komplikasi diabetes yang disebabkan oleh abnormalitas profil lipid dan resistensi insulin. Aksi flavonoid yang bermanfaat pada diabetes mellitus adalah melalui kemampuannya untuk menghindari absorpsi glukosa atau memperbaiki toleransi glukosa. Lebih lanjut flavonoid menstimulasi pengambilan glukosa pada jaringan perifer, mengatur aktivitas dan ekspresi enzim

yang terlibat dalam jalur metabolisme karbohidrat dan bertindak menyerupai insulin, dengan mempengaruhi mekanisme *insulin signaling*. Efek anti oksidan madu menjadikannya sangat bermanfaat dalam manajemen diabetes mellitus (Novrial *et al.*, 2012).

2.3 Kerangka pemikiran

2.3.1 Kerangka Teori

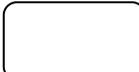
Makanan atau minuman dengan indeks glikemik tinggi akan merangsang tubuh memproduksi insulin yang tinggi pula, sehingga dapat menyebabkan peningkatan kadar glukosa dalam darah. Madu merupakan pemanis dengan indeks glikemik rendah yang baik untuk tubuh. Madu memiliki kandungan fruktosa yang mampu mengimbangi kerja glukosa dan sukrosa dalam memacu tubuh untuk memproduksi insulin. Gula yang terdapat dalam madu adalah gula sederhana atau *predigested* sehingga dapat segera diserap tubuh dan menghasilkan energi tanpa meningkatkan glukosa darah secara signifikan (Tim Karya Tani Mandiri, 2010).



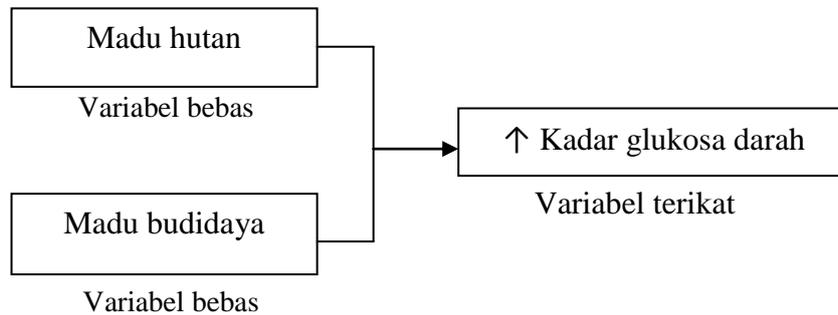
Gambar 7. Kerangka Teori (Guyton dan Hall, 2010).

Keterangan:

 = variabel yang diteliti

 = teori penelitian (tidak diteliti)

2.3.2 Kerangka Konsep



Gambar 8. Kerangka Konsep

2.3.3 Hipotesis

H₀: Tidak terdapat perbedaan antara pemberian madu hutan dengan madu budidaya pada menit ke-30 terhadap kadar glukosa darah puasa mahasiswa FK Unila tahun 2016.

H_a: Terdapat perbedaan antara pemberian madu hutan dengan madu budidaya pada menit ke-30 terhadap kadar glukosa darah puasa mahasiswa FK Unila tahun 2016.

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Desain penelitian ini adalah analitik kuantitatif dengan pendekatan *cross-sectional*. Adapun sumber data yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan eksperimental dengan cara *Pre - Post Test* untuk mengetahui pengaruh madu hutan dan madu budidaya terhadap peningkatan kadar glukosa pada orang dewasa muda yang berpuasa. Desain ini melibatkan kelompok subyek yang diberikan perlakuan eksperimental (kelompok eksperimen). Desain ini mencari efek suatu perlakuan terhadap variabel dependen akan di uji dengan cara membandingkan variabel independen sebelum dan sesudah perlakuan.

3.2 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Fakultas Kedokteran Universitas Lampung pada bulan September sampai dengan November 2016.

3.3 Subjek Penelitian

3.3.1 Populasi

Seluruh mahasiswa FK UNILA angkatan 2015 dalam keadaan sehat.

Kriteria Inklusi:

- a. Mahasiswa laki-laki angkatan 2015 FK UNILA
- b. Sehat
- c. Bersedia menjadi responden

Kriteria Eksklusi:

- a. Memiliki riwayat diabetes
- b. Berpantang terhadap madu

3.3.2 Sampel

Penelitian ini menggunakan subyek sebanyak 35 orang. Menurut Taro Yamane dan Slovin, apabila jumlah populasi (N) diketahui maka teknik pengumpulan sampel dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$n = \frac{N}{N \times d^2 + 1}$$

Nilai “n” pada rumus tersebut adalah jumlah sampel yang akan digunakan dalam penelitian. Sedangkan nilai “N” adalah jumlah populasi yang ada dan nilai “d²” adalah presisi (ditetapkan 10% dengan tingkat kepercayaan 95%).

Berdasarkan rumus tersebut, apabila jumlah populasi 55 orang, maka diperoleh jumlah sampel sebagai berikut:

$$n = \frac{55}{55 \times (0,1)^2 + 1} = \frac{55}{1,55} = 35,4 = 35 \text{ orang}$$

Sampel diambil dengan menggunakan metode *Purposive Sampling* serta memenuhi kriteria inklusi dan tidak memenuhi kriteria eksklusi.

3.4 Identifikasi Variabel

a. *Independent variable* (variabel bebas):

Pemberian perlakuan yaitu dengan memberikan madu hutan dan madu budidaya.

b. *Dependent variable* (variabel terikat):

Kadar glukosa darah.

3.5 Definisi Operasional

Tabel 2. Definisi operasional.

No	Variabel	Definisi Operasional	Alat Ukur	Cara Ukur	Hasil Ukur	Skala
1.	Madu Hutan	Madu yang didapat dari hutan berasal dari lebah <i>Apis dorsata</i> .	Timbangan (gr)	Madu ditimbang	60 gram dalam 1 kali perlakuan	Numerik
2.	Madu Budidaya	Madu yang didapat dari ternak atau budidaya yang berasal dari lebah <i>Apis mellifera</i> .	Timbangan (gr)	Madu ditimbang	60 gram dalam 1 kali perlakuan	Numerik
3.	Glukosa Darah	Kadar glukosa dalam darah	<i>Glucose meter</i>	Pengambilan darah melalui pembuluh kapiler	Glukosa darah (mg/dl)	Numerik

3.6 Alat dan Bahan

Alat : *Glucose meter*, kapas alkohol, lembar *informed consent*, timbangan madu, tabel hasil pengukuran sebelum perlakuan dan setelah perlakuan.

Bahan : Madu hutan dan madu budidaya.

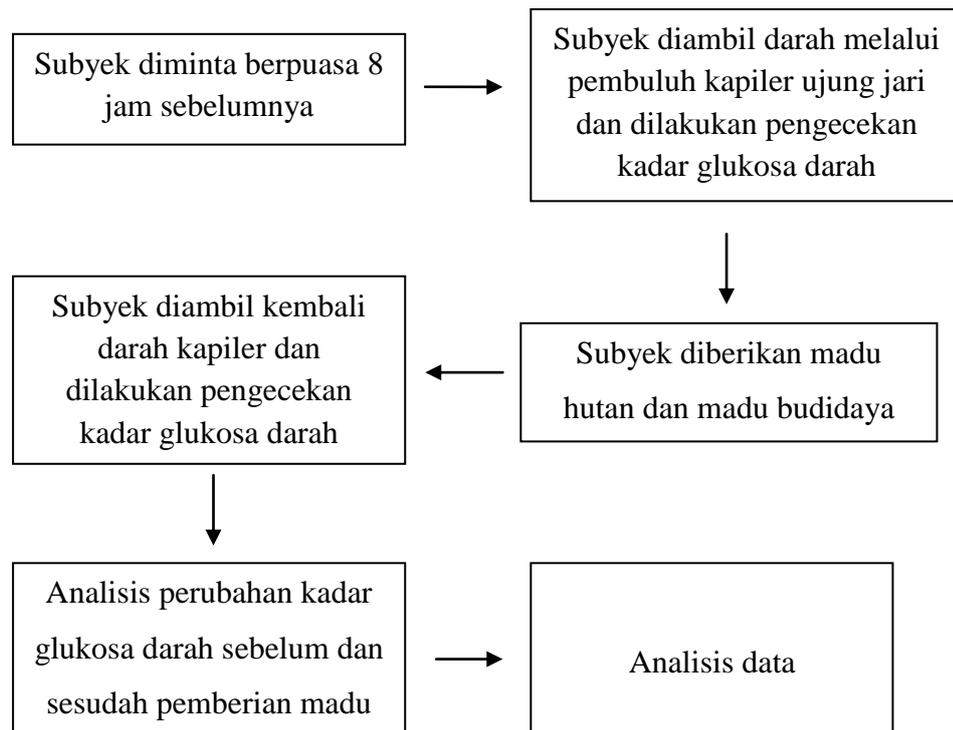
3.7 Cara Kerja

Penelitian ini berlangsung selama 14 hari tidak berurutan. Pada minggu pertama peneliti memberikan penjelasan mengenai penelitian kepada subyek, setelah subyek menyetujui, subjek diminta untuk membubuhi tanda tangan pada lembar *informed consent*, kemudian menetapkan waktu dan tempat pelaksanaan. Subyek diminta untuk berpuasa 8 jam sebelum pengecekan glukosa darah puasa dilakukan. Intervensi berupa pemberian madu hutan dilaksanakan 3 hari setelah mendapat persetujuan dari subyek, sedangkan intervensi berupa pemberian madu budidaya dilakukan pada minggu kedua.

Prosedur penelitian ini dilakukan pada hari yang sudah disepakati, meliputi pengambilan glukosa darah puasa. Subyek diminta untuk berpuasa 8 jam sebelum pemeriksaan. Keesokan harinya (sesaat sebelum berbuka) dilakukan pengecekan kadar glukosa darah puasa pada subyek dengan menggunakan alat ukur gula darah. Setelah itu, subyek diberikan madu hutan sebanyak 4 sendok makan (60 gram) dan dilakukan pengecekan glukosa darah kembali pada menit ke-30. Pengambilan sampel darah untuk pengukuran kadar glukosa darah dilakukan melalui pembuluh kapiler ujung jari dengan menggunakan *glucose meter*. Dilakukan penilaian terhadap selisih antara

kadar glukosa darah puasa dengan kadar glukosa darah setelah pemberian madu hutan pada menit ke-30. Empat hari setelah pemberian madu hutan dan melakukan pengecekan kadar glukosa darah subyek, dilakukan kembali pengecekan kadar glukosa darah setelah pemberian madu budidaya dengan cara yang sama. Hasil dari penelitian berupa nilai kadar glukosa darah puasa, glukosa darah setelah pemberian madu hutan, dan glukosa darah setelah pemberian madu budidaya dibandingkan dan peneliti melakukan analisis data (Anggraini AD, 2013; Mufti *et al.*, 2015).

3.8 Alur Penelitian



Gambar 9. Diagram Alur Penelitian

3.9 Analisis Data

3.9.1 Pengolahan Data

Data yang diperoleh dalam penelitian adalah data primer, yaitu data yang diperoleh peneliti langsung dari sumber. Data tersebut akan diubah kedalam bentuk tabel, kemudian data diolah dengan menggunakan *software* statistik.

Proses pengolahan data dengan program komputer ini terdiri dari beberapa langkah:

1. *Editing*, untuk memperbaiki dan atau menambah data dan isi yang dikumpulkan selama penelitian.
2. *Coding*, mengklasifikasikan data dan memberikan kode untuk masing-masing kelas sesuai dengan tujuan dikumpulkannya data.
3. *Data entry*, memasukkan data ke dalam komputer.
4. *Cleaning*, pemeriksaan kembali data yang telah terkumpul seperti kelengkapan pengisian dan kesalahan pengisian hal ini dilakukan agar data menjadi bersih dan siap untuk dianalisis.
5. *Output* komputer, hasil yang telah dianalisis menggunakan program komputer kemudian dicetak.

3.9.2 Analisis Data

Analisis statistika untuk mengolah data yang diperoleh akan menggunakan *software statistic*, kemudian akan dilakukan 2 macam analisis data, yaitu analisis univariat dan analisis bivariat.

1. Analisis Univariat

Analisis univariat adalah analisa yang digunakan untuk menentukan distribusi frekuensi variabel bebas dan variabel terikat.

2. Analisis Bivariat

Analisis bivariat adalah analisis yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat dengan menggunakan uji statistik.

Uji statistik yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Uji normalitas data

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui sebaran distribusi suatu data apakah normal atau tidak. Uji normalitas data berupa uji Kolmogorov-Smirnov digunakan apabila besar sampel > 50 , sedangkan uji Shapiro-Wilk digunakan apabila besar sampel ≤ 50 .

Distribusi normal baku adalah data yang telah ditransformasikan ke dalam bentuk p dan diasumsikan normal. Jika nilai p lebih dari 0,05 maka dinyatakan normal dan bila p kurang dari 0,05 maka data dinyatakan tidak normal (Dahlan, 2009).

Penelitian ini menggunakan uji *Shapiro-Wilk* karena sampelnya kurang dari 50.

2. *Paired Samples T-Test* atau Uji T berpasangan

Penelitian ini menggunakan uji statistik *Paired Samples T-Test* atau Uji T Berpasangan. Uji ini merupakan uji parametrik apabila data berdistribusi normal. Digunakan untuk membandingkan dua mean populasi yang berasal dari populasi yang sama. Tetapi, apabila data berdistribusi tidak normal maka digunakan uji *Willcoxon* (Dahlan, 2009).

3.10 *Ethical Clearence*

Penelitian ini telah diajukan pada Komisi Etik Penelitian Kesehatan Fakultas Kedokteran Universitas Lampung dengan nomor surat 111/UN26.8/DL/2017.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat dibuat kesimpulan sebagai berikut:

1. Rerata peningkatan kadar glukosa darah setelah pemberian madu hutan lebih rendah dibandingkan dengan rerata peningkatan glukosa darah setelah pemberian madu budidaya
2. Terdapat perbedaan signifikan bermakna antara rerata peningkatan kadar glukosa darah setelah pemberian madu hutan dan madu budidaya pada menit ke-30

5.2 Saran

Pada penelitian ini, peneliti memiliki beberapa saran kepada peneliti lain dan masyarakat sebagai berikut:

1. Kepada peneliti lain diharapkan dapat melakukan penelitian lanjutan yang berhubungan dengan penelitian ini, terutama dengan adanya

kelompok kontrol sehingga dapat diketahui perbandingan pemberian madu hutan dan madu budidaya terhadap glukosa darah.

2. Kepada peneliti lain yang akan melakukan penelitian serupa, diharapkan dapat membuat cara pengontrolan yang lebih baik terutama dalam pemilihan jumlah sampel dan cara kerja agar karakteristik responden lebih homogen.
3. Kepada masyarakat, penggunaan madu hutan sebagai alternatif pengganti gula pada penderita diabetes akan berperan lebih baik dalam pengendalian gula darah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini AD. 2013. Pengaruh Konsumsi Minuman Madu Terhadap Kadar Glukosa Darah Atlet Sepak Bola Remaja Selama Simulasi Pertandingan. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Bantle JP. 2009. Dietary Fructose and Metabolic Syndrome and Diabetes. *J Nutr.* 139(6): 1263S-8S.
- Bawono MN. 2008. Kontrol Hormon Insulin dan Glukagon dalam Perubahan Metabolisme Selama Latihan. *Jurnal Pelangi Universitas Negeri Surabaya.* 2(2).
- Bima. 2013. Bubblews [Online Journal] [diunduh 19 Mei 2016]. Tersedia dari: <http://www.bubblews.com/news/667951/what-is-the-difference-forest-honeyand-honey-farm>.
- Bogdanov S, Jurendic T, Gallman P. 2008. Honey for Nutrition and Health: a review. *J Am Coll Nutr.* 27:677-89.
- Bray GA. 2007. How Bad is Fructose. *Am J Clin Nutr.* 86:895-6.
- Campbell NA, JB Reece, LG Mitchell. 2010. *Biologi*. Edisi 8. Terj. Dari: *Biology*. 8th ed. oleh Manulu, W. Jakarta: Erlangga.
- Codario, RA. 2011. *Type 2 Diabetes, Pre-Diabetes, and The Metabolic Syndrome*. 2th Edition. New York: Springer Science and Business Media, LLC.
- Darmasusila I. 2013. Ini bahaya konsumsi makanan manis berlebihan bagi perkembangan anak [Online Journal]. Tersedia dari: <http://poliklinik.petra.ac.id/>.
- Erejuwa OO, Sulaiman SA, Wahab MSA. 2012. Honey - A Novel Antidiabetic Agent. *International Journal of Biological Sciences*.
- Eteraf-Oskouei T, Najafi M. 2013. Traditional and Modern Uses of Natural Honey in Human Diseases: A Review. *Iran J Basic Med Sci.* 16:731-742.

- Fitriana F. 2008. Gambaran Epidemiologi Hiperglikemia dan Faktor-Faktor yang mempengaruhinya Pada Jamaah Majelis Dzikir SBY Nurussalam Wilayah Jakarta Tahun 2008 [skripsi]. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Freckmann G *et al.* 2010. System Accuracy Evaluation of 27 Blood Glucose Monitoring Systems According to DIN EN ISO 15197. *Diabetes Technology & Therapeutics*. 3(12):221-231. [diunduh 23 November 2016]. Tersedia dari: http://bionimeusa.com/files/journal_papers/IDT_Report.pdf.
- Ganong WF. 2010. *Review of Medical Physiology, Ganong's*. Edisi 23. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Guyton AC, Hall JE. 2010. Buku Ajar Fisiologi Kedokteran. Edisi 11. Jakarta: EGC.
- Henrikson JE. B-NH. 2009. Blood Glucose Level [Internet] [disitasi pada 28 Mei 2016]. Tersedia dari: <http://www.netdoctor.co.uk/healthadvice/facts/diabetesbloodsugar.htm>.
- Heddy H, Sugiarto C, Ryanto AC. 2014. Perbandingan Efektivitas Madu Hutan dan Madu Ternak Terhadap Penurunan Kadar Gula Darah Puasa Pada Mencit Galur Swiss Webster yang Diinduksi Oleh Aloksan [skripsi]. Bandung: Fakultas Kedokteran Universitas Kristen Maranatha.
- Irawan MA. 2007. Glukosa dan Metabolisme Energi. *Journal Sports Science Brief*. 1(6).
- Joshi SR, Pechhacker H, William A, von der Ohe W. 2000. Physico-chemical characteristics of Apis dorsata, A. Cerana, and A. mellifera Honey.
- Klapp EA. 2011. Few Factors That Affect Your Blood Glucose Normal Levels. *The Diabetes Club [Online Journal]* [diunduh 19 Mei 2016]. Tersedia dari: <http://thediabetesclub.com/a-few-factors-that-affect-your-blood-glucose-normal-levels/>.
- Kurniawati DM. 2011. Perbedaan Perubahan Berat Badan, Aktivitas Fisik, dan Kontrol Glukosa Darah antara Anggota Organisasi Penyandang Diabetes Mellitus dan Non Anggota [skripsi]. Semarang: Program Studi Ilmu Gizi Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro.
- Lee CG. 2009. Insulin Resistance and Menopause. [Online Journal] [diunduh 17 November 2016]. Tersedia dari: <http://women.healthmed.monash.edu.au/>.
- Leoni AP. 2012. Hubungan Umur, Asupan Protein, dan Faktor Lainnya dengan Kadar Gula Darah Puasa Pada Pegawai Satlantas dan Sumda di Polresta Depok Tahun 2012 [skripsi]. Depok: Program Studi Gizi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Indonesia.

- Lestari DD, Purwanto DS, Kaligis SHM. 2013. Gambaran Kadar Glukosa Darah Puasa Pada Mahasiswi Angkatan 2011 Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi Dengan Indeks Massa Tubuh 18,5-22,9 kg/m². *Jurnal e-Biomedik (eBM)*. 2(1):991-996.
- Marks DB, Allan D, Smith, Collen M. 2000. *Biokimia Kedokteran Dasar Sebuah Pendekatan Klinis*. Jakarta: EGC.
- Martalia T. 2014. Perbedaan Nilai Gula Darah Puasa Sebelum dan Sesudah Pemberian Nasi Merah Pecah Kulit (*Oryza nivara*) Pada Mahasiswi di Asrama Putri Universitas Advent [skripsi]. Bandung: Universitas Advent Indonesia.
- Memon MQ, Kumar A. 2013. The Fructose Mystery: how bad or good is it?. *Pak J Pharm Sci*. 26(6):1241-5.
- Mufti T, Dananjaya R, Yuniarti L. 2015. Perbandingan Peningkatan Kadar Glukosa Darah Setelah Pemberian Madu, Gula Putih, dan Gula Merah Pada Orang Dewasa Muda yang Berpuasa. *Prosiding Penelitian Sivitas Akademika Unisba (Kesehatan)*. Bandung: Universitas Islam Bandung.
- Murray RK, Granner DK, Mayes P, Rodwell VW. 2003. *Harper's Illustrated Biochemistry*. 27th Edition. Molecular Physiology.
- Novrial D, Hidayat S, Setiawati. 2012. Comparison of Antidiabetic Effects of Honey, Glibenclamide, Metformin and Their Combination in The Streptozotocin Induced Diabetics Rats. *Prosiding Seminar Nasional Kesehatan Jurusan Kesehatan Masyarakat*. Purwokerto: FKIK UNSOED.
- Pandung AH. 2014. Pengaruh Diet Tinggi Fruktosa Rendah Magnesium Terhadap Jumlah dan Kadar TNF- Pada Tikus Putih Jantan [skripsi]. Surabaya: Program Studi Fakultas Farmasi Universitas Katolik Widya Mandala.
- PERKENI. 2011. *Konsensus Pengelolaan dan Pencegahan Diabetes Mellitus Tipe 2 di Indonesia*. Jakarta: PERKENI.
- Purbaya RJ. 2002. *Mengenal dan Memanfaatkan Khasiat Madu Alami*. Edisi 1. Bandung: Pionir Jaya.
- Redha A. 2010. Flavonoid: Struktur, Sifat Antioksidatif dan Peranannya Dalam Sistem Biologis. *Jurnal Berlian*. 9(2):196-2.
- Rochmah W. 2010. Diabetes Mellitus pada Usia Lanjut. Dalam: Sudoyo AW, Setiyohadi B, Alwi I, Simadibrata KM, Setiati S, editor. *Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam*. Jilid III. Edisi 5. Jakarta: Pusat Penerbitan Ilmu Penyakit Dalam. hlm. 1967-72.

- Ronald, A. Sacher. 2004. Tinjauan Klinis Hasil Pemeriksaan Laboratorium. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Sakri FM. 2015. Madu dan Khasiatnya Suplemen Sehat Tanpa Efek Samping. Yogyakarta: Diandra Pustaka Indonesia.
- Sari N. 2011. Pengaruh Pemberian Madu Terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah Dan Gambaran Histologi Pankreas Tikus Putih (*Rattus norvegicus*) jantan [skripsi]. Makassar: Universitas Hasanudin.
- Sherwood L. 2012. Fisiologi Manusia dari Sel ke Sistem. Edisi 6. Jakarta: EGC.
- Soegondo S, Purnamasari D. 2009. Sindrom Metabolik. Dalam: Sudoyo AW, Setiyohadi B, Alwi I, Simadibrata M, Setiati S, penyunting. Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam Jilid III Edisi V. Jakarta: Interna Publishing Pusat Penerbitan Ilmu Penyakit Dalam. hlm. 1865-1872.
- Sukardji, Kartini. 2011. Penatalaksanaan Gizi pada Diabetes Mellitus. Dalam: Soegondo S, Soewondo P, Subekti I, penyunting. Penatalaksanaan Diabetes Mellitus Terpadu. Jakarta: Balai Penerbit FKUI.
- Suranto A. 2005. Khasiat dan Manfaat Madu Herbal. Cetakan ke-2. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Suyono S. 2009. Diabetes Melitus di Indonesia. Dalam: Sudoyo AW, Setiyohadi B, Alwi I, Simadibrata M, Setiati S. Buku Ajar Ilmu Penyakit Dalam Jilid III Edisi V. Jakarta: Interna Publishing Pusat Penerbitan Ilmu Penyakit Dalam. hlm. 1873-1879.
- Suranto A. 2007. Terapi Madu. Jakarta: Penebar Plus.
- Tim Karya Tani Mandiri. 2010. Pedoman Budidaya Beternak Lebah Madu. Bandung: Nuansa Aulia.
- Widiyanto. 2008. Glukosa Darah Sebagai Sumber Energi [thesis]. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.