

PENGARUH EKSTRAK METANOL KULIT BUAH JENGKOL TERHADAP PENURUNAN KADAR GLUKOSA DARAH MENCIT

Irma Ratna Kartika*, Muktiningsih, Fera Kurniadewi

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta, Rawamangun 13220, Jakarta

*Corresponding author: irmaratnakartika@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui profil fitokimia dan pengaruh dosis ekstrak metanol kulit buah Jengkol [*Pithecellobium jiringa* (Jack) Prain ex King] (Leguminosae) terhadap penurunan kadar glukosa darah mencit (*Mus Musculus* L.) strain DDY dengan waktu pengamatan yang berbeda. Sebanyak 870 g jengkol dari Cipayung yang sudah dikeringkan, dimaserasi dengan pelarut metanol sehingga diperoleh ekstrak metanol kering (12,75 g). Sementara, hasil uji fitokimia memberikan informasi bahwa kulit buah jengkol mengandung senyawa kimia golongan fenolik, flavonoid, steroid, dan saponin. Hasil kromatogram dari KLT menunjukkan bahwa ekstrak metanol kulit buah jengkol mengandung 5 noda yang teridentifikasi sebagai senyawa fenolik, 7 noda yang teridentifikasi sebagai senyawa flavonoid, dan 6 noda yang teridentifikasi sebagai senyawa steroid dan saponin.

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa ekstrak jengkol dosis 450 mg/kg BB mampu menurunkan kadar glukosa darah sebesar 66,67% lebih efektif dibanding ekstrak dosis lain (300 mg/kg BB, 600 mg/kg BB dan 750 mg/kg BB) dan kontrol obat (Amaryl[®] 0,02 mg/kg BB, Glucobay[®] 1 mg/kg BB dan Glucophage[®] 10 mg/kg BB). Penurunan kadar glukosa secara maksimum terjadi pada waktu pengamatan hari ke-14 setelah pemberian ekstrak atau obat. Mencit yang dibuat hiperglikemia dengan cara diberi glukosa berlebih setiap hari, dapat dijadikan sebagai model hewan yang mengalami diabetes tipe 2 karena pola makanan yang tidak sehat dan seimbang. Oleh karena itu berdasarkan hasil percobaan di atas dapat diambil kesimpulan bahwa dosis 450 mg/kg BB dapat berfungsi sebagai obat antidiabetes oral tipe 2.

Kata Kunci: hiperglikemia, Amaryl[®], Glucobay[®], Glucophage[®], diabetes, ekstrak metanol

Abstract

The study aim is to investigate the phytochemical profile and the effect of methanol extract of Jengkol [*Pithecellobium jiringa* (Jack) Prain ex King] (Leguminosae) on reduction of glucose blood sugar level of mice (*Mus musculus* L.) strain DDY. A 870 g of dried Jengkol from Cipayung was macerated with methanol in order to get dried methanol extract (12,75 g). Meanwhile, phytochemical screening of the extract gave the information that the extract contained phenolic, flavanoid, steroid and saponine compounds. A TLC chromatogram indicated that methanol extract contained five phenolic compounds, seven flavonoid compounds and six mixtures of steroid and saponine compounds.

The results showed that the extract of 450 mg/kg BW was able to lower glucose blood level as much as 66,67% more effective than other extract dosages (300 mg/kg BW, 600 mg/kg BW and 750 mg/kg BW) and the control drugs (Amaryl[®] 0,02 mg/kg BW, Glucobay[®] 1 mg/kg BW and Glucophage[®] 10 mg/kg BW). The maximum decrease of glucose level had been reach at day 14 of observation after administration of extracts or drugs. Hyperglycemic mice by glucose induced can be identified as animal model of type 2 diabetes due to unhealthy and unbalanced eating habit. Hence based on experiment outcome above, it can be concluded that extract dosage of 450 mg/kg BW has function as oral anti diabetic drug of type 2 diabetes.

Keywords: hyperglycemia, Amaryl[®], Glucobay[®], Glucophage[®], diabetes, methanol extract

1. Pendahuluan.

Kulit buah jengkol [*Pithecellobium jiringa* (Jack) Prain ex King] berpotensi dijadikan sumber obat antidiabetes berdasarkan aspek pemakaian bahan yang tidak dipergunakan/tidak memiliki nilai

ekonomis, ketersediaan, dan kemudahan mendapatkan bahan [Widowati, 1997].

Kedudukan tumbuhan jengkol dalam taksonomi tumbuhan adalah sebagai berikut [Wikipedia, 2007]:

Division : Magnoliophyta
 Class : Magnoliopsida
 Subclass : Rosidae
 Orde : Fabales
 Family : Leguminoceae
 Genus : *Pithecellobium*
 Species : *Pithecellobium jiringa*
 (Jack) Prain ex King

Sinonim :

Pithecellobium lobatum (Benth) L,
Zygia jiringa (Jack) Kosterm.,
Mimosa jiringa (Jack),
Albizzia jiringa (Jack) Kurz,
Inga jiringa (Jack) Jack,

Penelitian mengenai isolasi senyawa bioaktif dan efek farmakologis yang berkaitan dengan aktivitas antidiabetes dari kulit buah jengkol masih sedikit dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini akan mengkaji pengaruh ekstrak metanol kulit buah jengkol terhadap penurunan kadar glukosa darah mencit yang mengalami hiperglikemia. Penelitian ini juga dapat dijadikan sebagai dasar penelitian lanjutan dalam usaha penemuan dan pengembangan obat tradisional sebagai obat antidiabetes yang relatif murah.

2. Metodologi Penelitian

2.1 Pengumpulan Bahan Tumbuhan dan Determinasi Tumbuhan

Kulit buah jengkol diambil dari buah yang sudah tua (matang), yang dikumpulkan dari daerah Cipayung. Sebelum diteliti lebih lanjut, spesies ini diidentifikasi di Laboratorium Biologi FMIPA UNJ.

2.2 Bahan Kimia dan Biokimia

Bahan-bahan kimia yang digunakan antara lain *aquadest*, *aquabidest*, bubuk magnesium, amil alkohol, kloroform: amoniak (9:1), H₂SO₄ 2 N, reagensia Mayer, anhidrida asetat, HCl pekat, FeCl₃ 1%, CeSO₄ 1%, reagensia Liebermann-Burchard, etil asetat : diklorometan (3:7). Bahan kimia yang digunakan merupakan produk E.Merck, dengan kualifikasi pro analis (p.a.)

Sementara bahan biokimia yang dipakai antara lain pelet (makanan mencit), D-glukosa monohidrat, metanol, Amaryl[®] 1 mg (Aventis), Glucobay[®] 50 mg (Bayer), Glucophage[®] 500 mg (E.Merck), dan bubuk Na CMC.

2.3 Alat-alat yang Digunakan

Alat yang digunakan antara lain: alat-alat gelas Pyrex, alat pemanas, neraca analitik And, *rotary evaporator* Buchi, *Blood Glucose Test Meter GlucoDrTM* produk Allmedicus, blender, pipet, plat tetes, plat KLT, *chamber*, alat penyemprot, alat bedah, parafin *block*, sonde, spoit, *needle*, sarung tangan *disposable*, masker, botol semprot, kandang dan botol minum mencit.

2.4 Hewan Percobaan

Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah mencit (*Mus musculus* L.) strain DDY, jenis kelamin jantan, sehat, umur 2-2,5 bulan dan berat badan sekitar 10-25 g. Mencit diperoleh dari *de'* Animal House Biologi FMIPA, Universitas Negeri Jakarta. Sebelum dilakukan penelitian, semua mencit menjalani masa aklimatisasi terlebih dahulu selama dua minggu untuk penyesuaian dengan lingkungannya.

2.5 Pembuatan Ekstrak dan Uji Fitokimia

Sebanyak 870 g serbuk kering kulit buah jengkol dimaserasi dengan pelarut metanol sebanyak 5 liter selama tiga hari. Kemudian, ekstrak disaring dan filtrat yang diperoleh ditampung, lalu pelarutnya diuapkan dengan *rotary evaporator* sehingga diperoleh ekstrak metanol kering.

Uji fitokimia dan KLT dilakukan terhadap ekstrak kering untuk mengetahui golongan senyawa apa saja yang terdapat dalam ekstrak air biji jengkol. Pengujian ini meliputi pengujian untuk golongan senyawa alkaloid, flavonoid, fenolik, saponin, steroid dan triterpenoid.

2.6 Penetapan Uji Dosis

Dalam uji pendahuluan ini digunakan 5 ekor mencit jantan normal yang mewakili 5 jenis perlakuan, yaitu: 1 kontrol negatif dan 4 dosis percobaan (250 mg/kg BB; 500 mg/kg

BB; 750 mg/kg BB dan 1000 mg/kg BB). Hewan uji tersebut diberi perlakuan selama satu minggu dan dilakukan pengukuran kadar glukosa darah dengan interval 2 hari. Hasil uji pendahuluan ini menjadi acuan dalam penetapan dosis uji ekstrak.

Penetapan dosis kontrol positif (Amaryl[®], Glucobay[®] dan Glucophage[®]) berdasarkan pada dosis lazim yang digunakan untuk manusia (diaplikasikan untuk penderita diabetes dengan berat badan 50 kg) yang selanjutnya dikonversikan pada mencit percobaan, sehingga diperoleh dosis percobaan yaitu: Amaryl[®] sebesar 0,02 mg/kg BB, Glucobay[®] sebesar 1 mg/kg BB dan Glucophage[®] sebesar 10 mg/kg BB.

2.7 Membuat Mencit Hiperlglikemia

Mencit diberi larutan glukosa 3:2 secara oral selama 14 hari. Dosis yang diberikan selama 7 hari pertama sebesar 0,01 ml/g BB, kemudian dosis ditingkatkan menjadi tiga kali lipat selama 7 hari berikutnya. Pengujian kadar glukosa darah hewan uji dilakukan pada hari ke-7 dan 14. Kadar glukosa darah yang diuji pada penelitian ini merupakan kadar glukosa darah puasa, dimana hewan uji dipuasakan terlebih dahulu selama 18 jam sebelum dilakukan uji kadar glukosa darah.

2.8 Desain Penelitian

Mencit dibagi kedalam 8 kelompok (masing-masing kelompok terdiri dari 3 ekor), yaitu Kelompok I (suspensi Na CMC 0,5% 10 ml/kg BB), Kelompok II (Amaryl[®] 0,02 mg/kg BB), Kelompok III (Glucobay[®] 1 mg/kg BB), Kelompok IV (Glucophage[®] 10 mg/kg BB), Kelompok V (ekstrak jengkol 300 mg/kg BB), Kelompok VI (ekstrak jengkol 450 mg/kg BB), Kelompok VII (ekstrak jengkol 600 mg/kg BB), dan Kelompok VIII (ekstrak jengkol 750 mg/kg BB). Pengaruh ekstrak metanol kulit buah jengkol diamati pada mencit selama 14 hari, dengan pemberian perlakuan sekali setiap hari. Pengujian kadar glukosa darah mencit dilakukan terhadap mencit yang telah dipuasakan 18 jam pada hari ke-0 (sebelum perlakuan), 3, 7, 10 dan 14.

Pengambilan sampel darah dilakukan dari vena ekor mencit, kemudian sampel darah tersebut diteteskan pada strip uji. Setelah 11 detik hasil pengukuran kadar glukosa darah mencit akan terbaca pada layar alat GlucoDrTM.

2.9 Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap kadar glukosa darah mencit digunakan analisis varian satu jalan (ANOVA *One Way*), kemudian dilanjutkan dengan uji LSD (*Least Significant Different Test/Uji Beda Nyata Terkecil*) dengan taraf kepercayaan 95%. Program statistik yang digunakan adalah *software SPSS (for windows)* versi 13.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Ekstraksi, Uji Fitokimia, dan KLT

Dari 870 g serbuk kering kulit buah jengkol, dihasilkan 12,75 g ekstrak metanol kering. Sementara, hasil uji fitokimia memberikan informasi bahwa kulit buah jengkol mengandung senyawa kimia golongan fenolik, flavonoid, steroid, dan saponin, seperti yang ditunjukkan pada tabel 1. Hasil kromatogram dari KLT menunjukkan bahwa ekstrak metanol kulit buah jengkol mengandung 5 noda yang teridentifikasi sebagai senyawa fenolik, 7 noda yang teridentifikasi sebagai senyawa flavonoid, dan 6 noda yang teridentifikasi sebagai senyawa steroid dan saponin, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1.

3.2 Pengukuran kadar glukosa darah

Pengukuran kadar glukosa darah mencit dilakukan dengan menggunakan alat *GlucoDrTM*. Data hasil pengamatan dapat dilihat pada tabel 2 dan gambar 2. Berdasarkan tabel dan grafik diatas, glukosa darah pada hari ke-0 merupakan kadar glukosa darah puasa awal, sebelum mencit diberi perlakuan. Setelah 3 hari perlakuan, dilakukan pengujian kadar glukosa darah mencit dan hasilnya menunjukkan bahwa terjadi penurunan kadar glukosa darah pada semua kelompok perlakuan. Kelompok ekstrak dosis 750 mg/kg BB menunjukkan persentase penurunan terbesar, yaitu 39,74%.

Pada pengamatan hari ke-7, mulai terlihat adanya penurunan yang cukup signifikan pada kelompok kontrol positif.

Tabel 1. Tabel uji fitokimia dari ekstrak metanol kulit jengkol

Uji Golongan	Hasil Uji
Alkaloid	-
Flavonoid	++
Steroid	++
Terpenoid	-
Saponin	+
Fenolik	+++

Keterangan:

- : tidak ada kandungan
- + : terdapat dalam jumlah rendah
- ++ : terdapat dalam jumlah sedang
- +++ : terdapat dalam jumlah tinggi

Amaryl[®] dosis 0,02 mg/kg BB (46,50%) dan kelompok perlakuan ekstrak kulit jengkol dosis 450 mg/kg BB (40,35%), sedangkan kelompok kontrol negatif mengalami peningkatan kadar glukosa darah, kembali ke posisi semula.

Pada hari ke-10, terjadi penurunan kadar glukosa darah yang signifikan pada kelompok perlakuan ekstrak dan kontrol positif, dengan kisaran 9,57-59,34%, sedangkan kelompok kontrol negatif justru mengalami peningkatan kadar glukosa darah sebesar 18,62%.



(a) (b) (c)

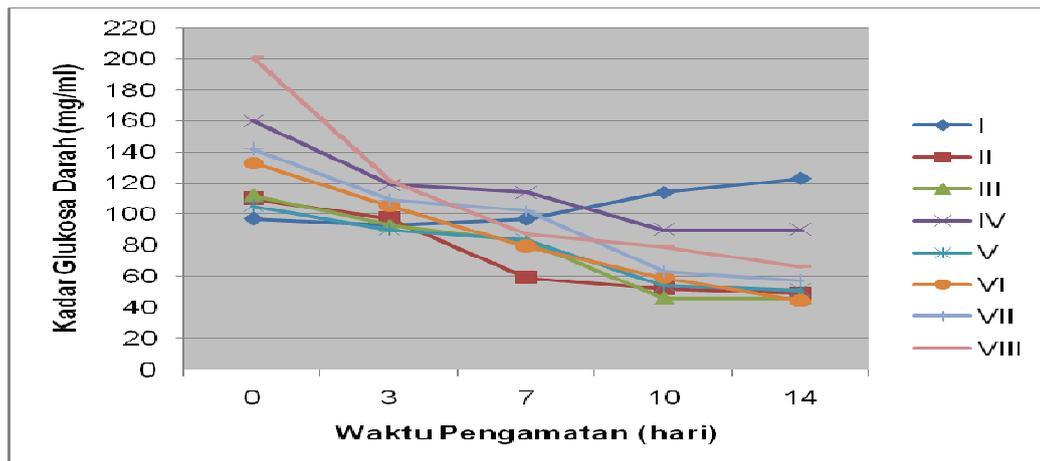
Gambar 1. Kromatogram ekstrak metanol kulit buah jengkol dengan tiga macam penampak noda

- (a) penampak noda FeCl_3 1 %
- (b) penampak noda CeSO_4 1 %
- (c) penampak noda Liebermann-Burchard

Pengamatan pada hari ke-14 menunjukkan penurunan kadar glukosa darah kelompok perlakuan ekstrak dan kontrol positif yang semakin signifikan, dengan kisaran 9,57-66,67%. Kelompok yang mengalami penurunan kadar glukosa darah terbesar selama 14 hari perlakuan, yaitu kelompok perlakuan ekstrak kulit jengkol dosis 450 mg/kg BB (66,67%). Sementara kadar glukosa darah kelompok kontrol negatif semakin mengalami peningkatan hingga hari ke-14, sebesar 27,58%. Dari data yang diperoleh, terlihat bahwa ekstrak metanol kulit buah jengkol cukup efektif dalam menurunkan kadar glukosa darah mencit. Data penurunan kadar glukosa darah hewan uji dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 2. Rata-rata kadar glukosa darah mencit pada setiap waktu pengamatan

Kelompok perlakuan	Kadar glukosa darah (mg/dl) pada hari ke- (rata-rata \pm SE)				
	0	3	7	10	14
I	96,67 \pm 0,88	93,00 \pm 5,69	96,67 \pm 3,18	114,67 \pm 4,67	123,33 \pm 0,67
II	109,67 \pm 4,63	96,67 \pm 4,81	58,67 \pm 6,23	52,33 \pm 6,74	49,00 \pm 3,60
III	112,33 \pm 1,20	93,00 \pm 11,59	81,67 \pm 5,55	45,67 \pm 6,44	46,00 \pm 2,00
IV	160,33 \pm 3,28	119,33 \pm 2,96	114,00 \pm 7,37	90,00 \pm 6,08	89,67 \pm 0,67
V	104,67 \pm 2,03	89,67 \pm 1,33	82,67 \pm 2,18	54,00 \pm 2,08	50,67 \pm 1,76
VI	133,00 \pm 6,51	105,33 \pm 4,18	79,33 \pm 9,33	58,67 \pm 5,17	44,33 \pm 1,45
VII	141,67 \pm 13,58	109,33 \pm 3,78	101,67 \pm 4,51	62,67 \pm 10,60	56,67 \pm 5,69
VIII	201,33 \pm 87,00	121,33 \pm 13,05	87,00 \pm 10,82	78,67 \pm 13,65	65,67 \pm 5,69



Gambar 2. Grafik kadar glukosa darah terhadap waktu pengamatan

Berdasarkan tabel 3 dan grafik 2, terlihat bahwa kelompok perlakuan ekstrak dan kontrol positif memiliki *trendline* penurunan kadar glukosa darah masing-masing. Setelah dibandingkan, ternyata terdapat kemiripan *trendline* antara perlakuan dosis ekstrak 450 mg/kg BB dengan kontrol positif Glucobay®. Oleh karena itu, mekanisme kerja ekstrak kulit buah jengkol dosis 450 mg/kg BB diasumsikan sama dengan kontrol positif Glucobay®, yaitu melalui mekanisme *alpha-glucosidase inhibitor*. Namun, asumsi ini masih harus dibuktikan dengan percobaan mengenai mekanisme pada tahap molekuler lebih lanjut.

Analisis varian satu arah (ANOVA *one way*) yang dilanjutkan dengan uji *Least Significant Different Test* (Uji Beda Nyata Terkecil, LSD) dengan taraf kepercayaan 95%, digunakan untuk mengetahui pengaruh perlakuan terhadap kadar glukosa darah mencit. Program statistik yang digunakan adalah *software* SPSS (for windows) versi 13. Hasil analisis varian dan uji LSD ditunjukkan pada gambar 3.

Grafik tersebut menunjukkan bahwa hasil ANOVA untuk waktu pengamatan pada hari ke-0, diperoleh harga $P=0,00$ yaitu $P<0,01$ artinya ada perbedaan yang sangat bermakna antarkelompok perlakuan. Hasil uji LSD pada hari ke-0 mengidentifikasi bahwa pada pengukuran kadar glukosa darah puasa sebelum perlakuan, kadar glukosa darah antara kelompok I ada perbedaan

sangat bermakna ($P<0,01$) dengan kelompok IV, VII, dan VIII.

Untuk waktu pengamatan pada hari ke-3, hasil ANOVA diperoleh dengan $P=0,04$ yaitu $P<0,05$ artinya pada hari ke-3 setelah perlakuan terdapat perbedaan yang bermakna antarkelompok perlakuan. Hasil uji LSD pada hari ke-3 memperlihatkan bahwa kadar glukosa darah antara kelompok I ada perbedaan bermakna ($P<0,05$) dengan kelompok VIII.

Pada pengamatan hari ke-7, hasil ANOVA diperoleh pada $P=0,00$ yaitu $P<0,01$ artinya pada hari ke-7 setelah perlakuan, terdapat perbedaan yang sangat bermakna antarkelompok perlakuan. Hasil uji LSD pada hari ke-7, menunjukkan bahwa kadar glukosa darah antara kelompok I ada perbedaan sangat bermakna ($P<0,01$) dengan kelompok II.

Sementara pada pengamatan hari ke-10, hasil ANOVA diperoleh harga $P=0,00$ yaitu $P<0,01$ artinya pada hari ke-10 setelah perlakuan, terdapat perbedaan yang sangat bermakna antarkelompok perlakuan. Hasil uji LSD pada hari ke-10 menunjukkan bahwa kadar glukosa darah antara kelompok I ada perbedaan sangat bermakna ($P<0,01$) dengan kelompok II, III, V, VI dan VII. Sedangkan kadar glukosa darah antara kelompok I terdapat perbedaan bermakna ($P<0,05$) dengan kelompok VIII.

Hasil ANOVA yang didapat pada pengamatan hari ke-14 diperoleh harga

$P=0,00$ yaitu $P<0,01$ artinya pada hari ke-14 setelah perlakuan, ada perbedaan yang sangat bermakna antarkelompok perlakuan. Hasil uji LSD pada hari ke-14 menunjukkan bahwa kadar glukosa darah antara kelompok I ada perbedaan sangat bermakna ($P<0,01$) dengan semua kelompok perlakuan. Dari hasil ANOVA yang dilakukan menunjukkan bahwa pemberian perlakuan obat dan berbagai dosis ekstrak metanol kulit buah jengkol tidak berpengaruh dalam menurunkan kadar glukosa darah mencit.

4. Kesimpulan

Hasil penelitian ini secara jelas menunjukkan bahwa ekstrak metanol kulit buah jengkol (*Pithecellobium lobatum* (Benth) L.) dapat menurunkan kadar glukosa darah hewan uji mencit dengan dosis dan waktu pengamatan yang berbeda. Ekstrak metanol kulit buah jengkol dosis 450 mg/kg BB mampu menurunkan kadar glukosa darah lebih efektif dibandingkan dengan dosis-dosis ekstrak lainnya dan kontrol positif pada waktu pengamatan hari ke-14, dengan penurunan sebesar 66,67%. Penurunan kadar

glukosa secara maksimum terjadi pada waktu pengamatan hari ke-14 setelah pemberian ekstrak atau obat. Mencit yang dibuat hiperglikemia dengan cara diberi glukosa berlebih setiap hari, dapat dijadikan sebagai contoh hewan yang mengalami diabetes tipe 2 karena pola makanan yang tidak sehat dan seimbang. Oleh karena itu berdasarkan hasil percobaan di atas dapat diambil asumsi bahwa dosis 450 mg/kg BB dapat berfungsi sebagai obat antidiabetes oral tipe 2.

Penghargaan

Peneliti mengucapkan terima kasih dan penghargaan sedalam-dalamnya kepada: Direktorat Jenderal Perguruan Tinggi (DIKTI) Departemen Pendidikan Nasional yang telah memberikan fasilitas berupa pendanaan. Juga kepada Ketua Lembaga Penelitian UNJ, Dr. Mulyana, M.Pd., yang telah memberikan kesempatan dan motivasi dalam pelaksanaan penelitian ini. Serta Dekan FMIPA dan seluruh staf pengajar Jurusan Kimia UNJ atas kerjasamanya yang baik.

Daftar Pustaka

- Allmedicus. 2006. *Blood Glucose Test Meter*. <http://www.glucodr.com>, 5 Oktober 2006, pk. 11.00 WIB.
- Amelia, S. 2004. Pengaruh Sari Buah Pare (*Momordica charantia* L.) terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah Mencit (*Mus musculus*) Strain ddy. Skripsi. Program Studi Pendidikan Biologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. Jakarta.
- Depkes. RI. 2005. *Jumlah Penderita Diabetes Indonesia Ranking ke-4 di Dunia*. <http://www.depkes.go.id>, 15 Juli 2007, pk. 16.40 WIB.
- Evacuasiyany, E., dkk. 2005. Studi Efektivitas Antidiabetik Ekstrak Air dan Ekstrak Etanol Buah Pare (*Momordica charantia* Linn.) pada Mencit Diabet Aloksan. Bagian Farmakologi, Fakultas Kedokteran, Universitas Kristen Maranatha. *JKM*. Vol. 4, No. 2, Hlm. 74-86.
- Medicastore. 2004. *Inovasi perawatan diabetes: algoritma basal & basal plus*. <http://www.medicastore.com>, 15 Juli 2007, pk. 16.28 WIB.
- Mufidah, dkk. 2004. Waktu Pemberian Optimum Ekstrak Metanol Daun Mimba (*Azadirachta indica* Juss) untuk Menurunkan Kadar Glukosa Darah Mencit. Jurusan Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin. *Majalah Farmasi dan Farmakologi*. Vol. 8, No. 3, Hlm. 51-56.
- Muhtadi, A. 1999. Aktivitas Antidiabetes Ekstrak Alkohol Buah Sawo (*Achras zapota* L.) pada Tikus. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Padjajaran. Bandung.

- Newlands, A. 2005. Isolasi dan Penentuan Struktur Molekul Senyawa Turunan Flavonoid dari Kulit Buah Jengkol (*Pithecellobium lobatum* (Benth) L.) dan Uji Bioaktivitas terhadap Benur Udang *Artemia salina*. Skripsi. Program Studi Kimia, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. Jakarta.
- Nugroho, A. 2002. Pengaruh Ekstrak Air Buah Ketumbar Coriandri fructus (*Coriandrum sativum* L.) terhadap Kadar Glukosa Darah Tikus yang Dibebani Glukosa. Laboratorium Farmakologi dan Toksikologi, Fakultas Farmasi, Universitas Gajah Mada. *Majalah Farmasi Indonesia*. Vol. 13, No. 1, Hlm. 7-11
- Nugroho, A., dkk. 2004. Pengaruh Pemberian Ekstrak Etanol Biji Kluwak (*Pangium edule*, Reinw) terhadap Kadar Glukosa Darah Tikus Jantan Wistar yang Dibebani Glukosa. Bagian Farmakologi dan Farmasi Klinik, Fakultas Farmasi, Universitas Gajah Mada. *Pharmacoon*. Vol. 5, No. 2, Hlm. 42-47.
- Page, D. 1997. *Prinsip-prinsip Biokimia*. Edisi 2. Penerbit Erlangga, Jakarta.
- Stryer, L. 2000. *Biokimia*. Edisi 4, Volume 2. Penerbit Buku Kedokteran EGC, Jakarta.
- Sasmito dan Ediati. 1998. Efek Hipoglikemik Biji Duku (*Lansium domesticum* Corr.) pada Tifus Wistar Jantan. Laboratorium Kimia Medisinal, Fakultas Farmasi, Universitas Gajah Mada. *Majalah Obat Tradisional*. Vol. 3, No. 6, Hlm. 174-183.
- Sumitro, S. 1987. Hubungan antara Senyawa Penurun Gula Darah dalam Tanaman Jengkol dan Insulin: Kemungkinan Aplikasi Klinisnya. Universitas Padjajaran, Bandung
- Setyadi, D. 2006. Uji Aktivitas Antidiabetes Ekstrak Air Biji Jengkol (*Pithecellobium jiringa* (Jack) Prain ex King) pada Tikus Putih. Skripsi. Program Studi Kimia, Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Jakarta. Jakarta.
- Smith, J. dan Soesanto M. 1988. *Pemeliharaan, Pembiakan dan Penggunaan Hewan Percobaan di Daerah Tropis*. UI-Press, Jakarta.
- Utami, P., dan Tim Lentera. 2003. *Tanaman Obat untuk Mengatasi Diabetes Mellitus*. Penerbit PT AgroMedia Pustaka, Jakarta.
- Widowati, L., B. Dzulkarnain dan Sa'roni. 1997. Tanaman Obat untuk Diabetes Mellitus. Pusat Penelitian dan Pengembangan Farmasi, Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Departemen Kesehatan RI. *Cermin Dunia Kedokteran*. No. 116, Hlm. 53-60.
- Wikipedia. 2007. *Jengkol*. <http://en.wikipedia.org>, 15 Juli 2007, pk. 16.59 WIB.
- Wikipedia. 2007. *Mus musculus*. <http://en.wikipedia.org>, 15 Juli 2007, pk. 16.52 WIB.
- Wikipedia. 2007. *Pithecellobium*. <http://en.wikipedia.org>, 15 Juli 2007, pk. 16.59 WIB.
- Williams, L., and Wilkins. 2005. *Antidiabetic drugs*. <http://www.google.com>, 5 Oktober 2006, pk. 12.00 WIB.
- Yunia, I. 2002. *Mau Tahu Lebih Jauh tentang Diabetes???* <http://www.promosikesehatan.com>, 15 Juli 2007, pk. 16.45 WIB.