

ANALISIS UJI INFUSA BUAH PETAI CINA, DAUN KEJI BELING DAN DAUN TEMPUYUNG SEBAGAI INHIBITOR ENZIM α -AMILASE DAN α -GLUKOSIDASESilvera Devi Sy^a, Musyirna Rahmah Nst^b, Riry Novianty^a^aJurusan Kimia FMIPA Universitas Riau^bSekolah Tinggi Farmasi RiauCorresponding Author:
Riry Novianty
riryannovianty@lecturer.unri.
ac.idReceived: February 2019
Accepted: March 2019
Published: March 2019Publishing services provided
by Open Journal Systems©Riry Novianty et al. This
is an open-access article
distributed under the terms
of the Creative Commons
Attribution License, which
permits unrestricted use,
distribution, and
reproduction in any
medium, provided the
original author and source
are credited.**ABSTRAK**

Enzim α -amilase dan α -glukosidase dalam proses pencernaan akan menghidrolisis amilum menjadi glukosa dan apabila glukosa darah melebihi batas normal (>140 mg/dL), maka seseorang didiagnosa menderita diabetes melitus. Pengobatan diabetes melitus khususnya tipe 2 biasanya diatasi menggunakan obat akarbose yang akan menghambat aktivitas α -amilase dan α -glukosidase. Pada penelitian ini akan dianalisis kemampuan inhibisi infusa dari sampel segar dan kering buah petai cina (*Leucaena leucocephala* L de Wit), daun keji beling (*Strobilanthes crispus* BI) dan daun tempuyung (*Sonchus oleraceus* L.) terhadap ke 2 enzim ini. % inhibisi infusa terhadap aktivitas enzim α -amilase ditentukan menggunakan metode asam 3,5-dinitrosalisilat (DNS) sedangkan untuk α -glukosidase menggunakan substrat p-nitrofenil- α -D-glukopiranosida (p-NPG). Absorbansi hasil reaksi diukur menggunakan *microplate reader* pada panjang gelombang 530 nm untuk α -amilase dan 410 nm untuk α -glukosidase. Hasil penelitian menunjukkan bahwa % inhibisi infusa sampel kering lebih baik dibandingkan sampel segar dalam menghambat aktivitas enzim α -amilase dengan persentase sebagai berikut: infusa buah petai cina kering $92,54 \pm 1,11\%$, infusa daun keji beling kering $99,79 \pm 6,92\%$ dan infusa daun tempuyung kering $87,63 \pm 3,95\%$, nilai ini tidak berbeda nyata dengan akarbose $93,89 \pm 0,02\%$. Sedangkan % inhibisi terhadap aktivitas enzim α -glukosidase dari semua sampel memiliki perbedaan yang nyata dengan akarbose ($P < 0,05$) dengan nilai inhibisi $97,99 \pm 0,19\%$. Hasil ini menunjukkan bahwa ketiga tanaman tersebut berpotensi sebagai antidiabetes terutama dalam menghambat aktivitas enzim α -amilase.

Kata kunci: α -amilase, α -glukosidase, keji beling, petai cina, tempuyung**PENDAHULUAN**

Enzim α -amilase secara *in vivo* menghidrolisis amilum menjadi maltosa baik di mulut maupun di usus halus. Maltosa di usus akan dihidrolisis oleh enzim α -glukosidase menjadi glukosa, selanjutnya glukosa diserap oleh darah sehingga akan meningkatkan kadar glukosa darah. Kadar glukosa di dalam darah harus normal yaitu 140 mg/dL, apabila kadar

gula darah melebihi 140 mg/dL maka berisiko terjangkit diabetes ^[1]. Menurut data IDF (*International Diabetes Federation*) diperkirakan sebanyak 382 juta penduduk dunia mengidap diabetes pada tahun 2013 dan jumlah ini akan terus meningkat mencapai 592 juta pada tahun 2035. Indonesia sendiri menempati posisi ketujuh jumlah penderita diabetes terbanyak, yaitu diperkirakan sebesar 8,5 juta ^[2].

Berdasarkan hasil Riset Kesehatan Dasar/Riskesdas 2013, terdapat sekitar 41.071 penduduk usia di atas 15 tahun yang menderita penyakit diabetes di Provinsi Riau.

Berdasarkan klasifikasi *American Diabetes Association/World Health Organization* (ADA/WHO) diabetes melitus dibagi atas dua tipe yaitu tipe 1 (DM 1) atau *insulin dependent diabetes mellitus* dan tipe 2 (DM 2) atau *non-insulin dependent diabetes*. Pada tipe I sel pankreas yang menghasilkan insulin mengalami kerusakan akibatnya sel-sel β tidak dapat mensekresi insulin, penderita tipe I ini selalu tergantung pada insulin. Pada tipe II, sel-sel β pankreas tidak rusak dan masih bisa mensekresi insulin, biasanya disebabkan oleh pola makan yang berlebihan sehingga kadar glukosa darah meningkat^[3]. Pengobatan DM II ini dilakukan dengan mengatur pola makan dan berolahraga^[3] serta mengurangi kadar glukosa darah melalui penghambatan kerja enzim α -amilase dan α -glukosidase^[4].

Obat generik yang beredar sebagai antidiabetes adalah akarbose yang dapat menurunkan kadar glukosa darah setelah makan dan sangat efektif diberikan pada penderita diabetes tipe 2. Efek sampingnya adalah gangguan fungsi hati dan ginjal, terutama pada pasien yang pernah mengalami gangguan tersebut. Karena itu untuk pemakaian jangka lama, obat ini diperlukan pemantauan fungsi hati dan ginjal^[5,6].

Pada saat ini paradigma untuk pengobatan adalah *back to nature* artinya kembali ke pengobatan tradisional. Pemanfaatan tanaman obat sebagai inhibitor aktifitas enzim dapat mengontrol kadar gula dalam darah. Beberapa tanaman yang diduga dapat digunakan sebagai inhibitor adalah keji beling (*Strobilanthes crispus* BI)^[7], petai cina (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit)^[8] dan tempuyung (*Sonchus oleraceus* L.)^[3]. Berdasarkan studi literatur tanaman tersebut mengandung metabolit sekunder dan secara empiris telah dimanfaatkan sebagai obat herbal di masyarakat. Untuk itu perlu dilakukan uji daya inhibisi ekstrak etanol dan infusa dari daun keji beling, buah petai cina dan

tempuyung secara *in vitro* terhadap enzim α -amilase dan α -glukosidase. Pelarut etanol digunakan karena merupakan pelarut universal yang mampu mengekstraksi hampir semua kandungan kimia alam yang memiliki bobot molekul rendah, tidak toksik, ekonomis serta mudah menguap, sedangkan untuk pemilihan pelarut air karena mengikuti cara masyarakat pada umumnya dalam mengolah tanaman herbal sebagai obat alternatif.

METODE PENELITIAN

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah neraca analitik, penangas air, *rotary evaporator*, pipet mikro, panci infusa, kertas saring, kain flanel, *microplate reader 96 wells*, spektrofotometer UV-Vis, dan alat-alat gelas yang biasa digunakan di Laboratorium, buah petai cina, daun keji beling, daun tempuyung, aqua DM, amilum, enzim α -amilase, tablet akarbose (*glucobay*®), enzim α -glukosidase, asam 3,5-dinitrosalisilat (DNS), p-nitrofenil- α -D-glukopiranosida (p-NPG).

A. Preparasi sampel

Sampel daun keji beling dan petai cina diperoleh dari Kampus FMIPA UR Pekanbaru dan daun tempuyung diperoleh dari dari Wilayah Kelok Sembilan Payakumbuh Sumatera Barat. Sampel petai cina diambil bagian buahnya, keji beling dan tempuyung diambil bagian daunnya. Identifikasi ketiga sampel dilakukan di Lab Botani FMIPA UR. Setelah masing-masing sampel disortasi kemudian dirajang, ditimbang dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 30-40°C hingga beratnya konstan dan dihitung kadar air dan rendemennya.

B. Uji Fitokimia

Uji fitokimia dilakukan terhadap sampel kering maupun segar yang terdiri atas identifikasi alkaloid, flavonoid, fenolik, saponin, terpenoid dan steroid.

C. Pembuatan Infusa

Setelah sampel kering kemudian ditimbang beratnya ekuivalen dengan 50% berat sampel segar. Selanjutnya diekstraksi menggunakan pelarut air sebanyak 100 mL sehingga didapat

konsentrasi ekstrak ekuivalen dengan 50% sampel segar. Ekstraksi dilakukan dengan cara perebusan dalam panci infusa pada suhu 90°C selama 15 menit. Air rebusan dari masing-masing sampel didiamkan, disaring dan filtrat (infusa) disimpan untuk pengujian inhibisi enzim α -amilase dan α -glukosidase.

D. Uji Inhibisi sampel terhadap aktivitas enzim α -amilase

Uji inhibisi infusa terhadap aktivitas enzim α -amilase secara *in vitro* dilakukan dengan cara menghidrolisis substrat amilum menjadi maltosa. Maltosa akan bereaksi dengan DNS

membentuk warna dari kuning menjadi orange yang diukur absorbansinya menggunakan *microplate reader 96 well* pada panjang gelombang 530 nm (Tabel 1).

E. Uji Inhibisi sampel terhadap aktivitas enzim α -glukosidase

Pengujian inhibisi infusa terhadap aktivitas enzim α -glukosidase menggunakan substrat p-nitrofenil- α -D-glukopiranosida. Warna kuning dari senyawa p-nitrofenil yang terbentuk diukur absorbansinya menggunakan *microplate reader 96 well* pada panjang gelombang 410 nm (Tabel 2).

Tabel 1. Sistem reaksi uji inhibisi enzim α -amilase

Reagen	Volume (μ l)					
	B ₁	B ₀	S ₁	S ₀	A ₁	A ₀
Sampel	-	-	150	150	-	-
Akarbose	-	-	-	-	150	150
Aqua DM	400	800	250	650	250	650
Enzim	400	-	400	-	400	-
Inkubasi 30 menit, suhu 37°C						
Substrat	50	50	50	50	50	50
Inkubasi 40 menit, suhu 37°C						
DNS	25	25	25	25	25	25
Dipanaskan di atas penangas air selama 10 menit pada suhu 100°C						

Keterangan:

B₁: Blanko (μ L)

S₁: Sampel (μ L)

A₁: Akarbose (μ L)

B₀: Kontrol blanko (μ L)




S₀: Kontrol sampel (μ L)

A₀: Kontrol akarbose (μ L)

Tabel 2. Sistem reaksi uji inhibisi enzim α -glukosidase

Reagen	Volume (μ l)					
	S ₁	S ₀	B ₁	B ₀	A ₁	A ₀
Sampel	10	10	-	-	-	-
Akarbose	-	-	-	-	10	10
Aquades	-	-	10	10	-	-
Buffer posfat	50	75	50	75	50	75
Enzim	25	-	25	-	25	-
Inkubasi 10 menit, suhu 37°C						
Substrat	25	25	25	25	25	25
Inkubasi 30 menit, suhu 37°C						
Na ₂ CO ₃	100	100	100	100	100	100

Tabel 3. Hasil identifikasi sampel

Klasifikasi	Sampel 1	Sampel 2	Sampel 3
Kingdom	Plantae	Plantae	Plantae
Divisi	Magnoliophyta	Magnoliophyta	Magnoliophyta
Kelas	Magnoliopsida	Magnoliopsida	Magnoliopsida
Bangsa	Fabales	Loranthales	Asterales
Suku	Fabaceae	Acanthaceae	Asteraceae
Marga	Leucaena	Strobilanthes	Sonshus
Spesies	<i>Leucaena leucocephala</i> (Lam.) de Wit	<i>Strobilanthes crispus</i> BI	<i>Sonshus arvensis</i> L.
Nama Daerah	PetaiCina	Keji Beling	Tempuyung
Gambar			

F. Analisis data

Data hasil penelitian dianalisis dengan menentukan persen inhibisi enzim α -amilase dan α -glukosidase dengan menggunakan rumus. Hasil persen inhibisi yang didapat diuji menggunakan *one-way analysis of variance* (ANOVA) dan *Duncan multiple test* pada signifikansi 0,05 ($P < 0,05$).

$$\% \text{ inhibisi} = \frac{(B_1 - B_0) - (S_1 - S_0)}{B_1 - B_0} \times 100 \%$$

Keterangan :

S_1 = absorbansi sampel

S_0 = absorbansi kontrol sampel

B_1 = absorbansi blanko

B_0 = absorbansi kontrol blanko

HASIL DAN DISKUSI

Hasil indentifikasi tanaman yang dijadikan sampel dalam penelitian dapat dilihat pada Tabel 3. Dari hasil identifikasi tersebut dapat dipastikan bahwa spesies dari masing-masing tanaman sebagai sampel untuk inhibitor enzim α -amilase dan α -glukosidase adalah *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit (petai cina), *Strobilanthes crispus* BI (keji beling) dan *Sonchus arvensis* L (tempuyung).

Uji fitokimia

Uji fitokimia dilakukan untuk mengetahui kandungan metabolit sekunder dari ketiga sampel, baik sampel segar maupun sampel kering. Identifikasi senyawa kimia dilakukan terhadap senyawa golongan alkaloid, flavonoid, fenolik, saponin, terpenoid dan steroid yang dapat dilihat pada Tabel 4. Dari data di atas diperoleh bahwa tidak satupun sampel yang positif mengandung alkaloid, baik pada sampel segar maupun sampel kering. Hal ini dapat disebabkan karena pengambilan sampel di daerah yang berbeda, sehingga kandungan senyawa metabolit sekundernya pun berbeda. Uji flavonoid diperoleh bahwa buah petai cina dan daun tempuyung positif mengandung flavonoid, hal ini sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa daun tempuyung mengandung flavonoid ^[10]. Flavonoid hanya terkandung pada sampel segar saja, hal ini diduga karena adanya senyawa yang hilang atau rusak pada proses pengeringan. Uji fenolik diperoleh bahwa buah petai cina segar positif mengandung fenolik sedangkan sampel keringnya tidak. Hal ini juga diduga karena adanya senyawa yang hilang atau rusak pada proses pengeringan.

Tabel 4. Data uji fitokimia

No.	Sampel Tanaman		Alkaloid	Flavonoid	Fenolik	Saponin	Terpenoid	Steroid
1	Buah Petai Cina	S	-	+	+	+	-	-
		K	-	-	-	+	-	+
2	Daun Keji Belin	S	-	-	-	-	-	+
		K	-	-	-	-	-	+
3	Daun Tempuyung	S	-	+	-	-	-	+
		K	-	-	+	-	-	-

Keterangan: (S) : Sampel segar (+) : terdeteksi
(K) : Sampel kering (-) : tidak terdeteksi

Tabel 5. Persen (%) kadar air sampel

No.	Sampel Tanaman	Kadar air (%)	rendemen (%)
1.	Buah Petai Cina	36,17	63,83
2.	Daun Keji Beling	33,33	66,67
3.	Daun Tempuyung	17,39	92,61

Sifat senyawa fenol mudah teroksidasi dan sensitif terhadap panas, sehingga dengan adanya proses pemanasan pada sampel kering dapat menurunkan kandungan senyawa fenol [11]. Uji saponin memberikan hasil yang positif untuk sampel petai cina segar dan kering, sedangkan hasil negatif diperoleh untuk keji beling dan tempuyung. Hasil ini sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa petai cina positif mengandung saponin [12]. Untuk uji terpenoid ketiga sampel ternyata menunjukkan hasil yang negatif. Uji steroid positif pada daun keji beling segar dan kering, buah petai cina kering dan daun tempuyung segar.

Persen (%) kadar air sampel

Sampel tanaman yang telah dikeringkan menggunakan oven pada suhu 30-40°C ditentukan % kadar airnya dengan menimbang sampel sebelum dan sesudah dikeringkan sampai beratnya konstan, hasil perhitungan % kadar air dapat dilihat pada Tabel 5.

Pengeringan sampel tanaman ini dilakukan dengan oven pada suhu 30-40 °C, tujuannya untuk meningkatkan kualitas penyimpanan, mencegah jamur, bakteri dan perubahan kimia. Suhu yang digunakan tidak boleh terlalu tinggi karena dapat merusak bagian tanaman tersebut

dan senyawa kimia yang terkandung di dalamnya^[9]. Persentase kadar air dan rendemen dapat ditentukan melalui proses pengeringan ini. Pada Tabel 5 dapat dilihat bahwa buah petai cina memiliki kadar air dengan persentase terbesar sedangkan rendemen terbesar terdapat pada daun tempuyung. Persentase kadar air dan rendemen pada masing-masing tanaman penting untuk diketahui agar diperoleh perbandingan berat sampel segar dengan berat sampel kering.

Selanjutnya sampel kering ini diekstraksi dengan air (infusa). Teknik infusa ini dipilih berdasarkan pengolahan tanaman-tanaman obat yang sering digunakan oleh banyak masyarakat yaitu perebusan menggunakan air. Air akan lebih cenderung menarik senyawa yang bersifat sangat polar yang kemungkinan tidak bisa tertarik oleh etanol karena etanol merupakan pelarut yang universal. Konsentrasi akhir dari infusa adalah ekuivalen dengan konsentrasi 50% sampel segar, pemilihan konsentrasi tersebut berdasarkan buku panduan penanganan simplisia Farmakope Indonesia.

Tabel 6. Daya inhibisi dari masing-masing infusa sampel kering danakarbose terhadap enzim α -amilase dan α -glukosidase (*Duncan multiple test*)

Infusa dari sampel kering	% inhibisi	
	α -amilase	α -glukosidase
Buah Petai Cina	92,54 \pm 1,11 ^a	-54,80 \pm 0,00 ^d
Daun keji beling	99,79 \pm 6,92 ^a	26,44 \pm 1,13 ^c
Daun tempuyung	87,63 \pm 3,95 ^a	35,20 \pm 1,87 ^b
Akarbose	93,89 \pm 0,02 ^a	97,99 \pm 0,19 ^a

Keterangan :Nilai % inhibisi dengan kode sama pada kolom yang sama adalah tidak berbeda nyata ($P > 0,05$)

Uji inhibisi enzim α -amilase dan α -glukosidase secara *in-vitro*

Kemampuan infusa dari sampel kering lebih baik jika dibandingkan dengan sampel segar menggunakan kontrol positif akarbose menghambat enzim α -amilase dan α -glukosidase secara *in-vitro* serta uji statistik (*Duncan multiple test* $P < 0,05$) dapat dilihat pada Tabel 6.

Berdasarkan uji Duncan ($P < 0,05$), % inhibisi dari infusa ketiga tanaman terhadap α -amilase ternyata tidak berbeda nyata dengan akarbose. Hal ini menunjukkan bahwa infusa ke 3 tanaman ini berpotensi sebagai penghambat enzim α -amilase. Diantara ketiga tanaman tersebut yang paling potensial adalah infusa sampel kering daun keji beling karena mengandung senyawa aktif steroid yang diduga sebagai agen antidiabetes. Penelitian lainnya melaporkan bahwa ekstrak etil asetat daun pandan wangi memiliki aktivitas antidiabetes dengan aktivitas penghambatan (IC50) sebesar 94,23 ppm. Adapun senyawa yang diduga memiliki aktivitas antidiabetes pada penelitian tersebut adalah steroid [13]. Pada uji fitokimia petai cina mengandung metabolit saponin dan steroid yang diduga mampu menghambat enzim α -amilase, karena senyawa saponin diketahui memiliki aktivitas hiperglikemik dan saponin dapat merangsang pelepasan insulin [14]. Daun tempuyung mengandung fenolik yang diketahui memiliki berbagai efek farmakologi dan merupakan senyawa aktif yang telah diteliti memiliki aktivitas antidiabetes [15].

Dapat dilihat bahwa kemampuan inhibisi infusa dari ketiga sampel terhadap enzim α -glukosidase relatif sangat kecil dengan % inhibisi berbeda nyata dengan akarbose. Khusus untuk infusa buah petai cina mempunyai nilai inhibisi negatif yang menandakan bahwa infusa tersebut bertindak sebagai aktivator enzim α -glukosidase karena nilai absorbansi [(S1-S0) > (B1-B0)] sehingga mampu menaikkan aktivitas enzim untuk merubah substrat menjadi produk. Hal yang sama juga terjadi pada penelitian sebelumnya yang mendapatkan nilai inhibisi dari ekstrak kulit dan daging buah salak terhadap enzim α -glukosidase mempunyai nilai di bawah 0% [16].

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa % inhibisi masing-masing infusa sampel terhadap aktivitas enzim α -amilase adalah sebagai berikut: infusa buah petai cina kering 92,54% \pm 1,11, infusa daun keji beling kering 99,79% \pm 6,92 dan infusa daun tempuyung kering 87,63% \pm 3,95. Nilai ini tidak berbeda nyata dengan akarbose ($P > 0,05$) dengan nilai inhibisi 93,89% \pm 0,02. Sedangkan persen (%) inhibisi terhadap aktivitas enzim α -glukosidase dari semua sampel memiliki perbedaan yang nyata dengan akarbose ($P < 0,05$) dengan nilai inhibisi 97,99 \pm 0,19%. Hasil ini menunjukkan bahwa ketiga tanaman tersebut berpotensi sebagai antidiabetes terutama dalam menghambat aktivitas enzim α -amilase karena mengandung senyawa aktif steroid, saponin dan fenolik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada DIKTI yang telah mendanai penelitian ini melalui dana Hibah Bersaing dengan nomor kontrak 574/UN 19.5.1.3/LT/2015.

DAFTAR PUSTAKA

1. Sutanto, T., *Diabetes: Deteksi, Pencegahan, Pengobatan*, Yogyakarta: Buku Pintar (2013)
2. International Diabetes Federation (IDF), *Diabetes Atlas*, 6th ed: p.11-13 (2013).
3. Wijayakusuma, H., *Bebas Diabetes Mellitus Ala Hembing*. Puspa Swara, Jakarta (2004).
4. Badawi, H. *Melawan dan Mencegah Diabetes*. Araska, Yogyakarta (2009)
5. Bharti, S. K., Krishnan, S. & Kumar, A., Phytotherapy for diabetes mellitus: back to nature. *Minerva Endocrinol.* **41**(1): 143-146 (2016)
6. Wang, H., Ni, Y., Yang, S., Li, H., Li, X. & Feng, B., The effects of gliclazide, metformin, and acarbose on body composition in patients with newly diagnosed type 2 diabetes mellitus. *Curr. Ther. Res. Clin. Exp.*, **75**: 88-92 (2013)
7. Nonci, F. Y., Leboe, D.W. & Armaila. Uji Aktivitas Ekstrak Etanol Daun Keji Beling (*Strobilanthes crispus* Linn) Terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah Pada Mencit Jantan (*Mus musculus*). *JF FIK UINAM*, **4**(1): (2016)
8. Rachmatiah, T., Nurvita, H. & Triana, R. Potensi Antidiabetes Pada Tumbuhan Petai Cina (*Leucaena leucocephala* (Lam). De Wit). *Sainstech.*, **25**(1): (2015)
9. Yuliasuti, W. Uji Aktivitas penghambatan enzim α -glukosidase dan penapisan fitokimia dari beberapa tanaman famili apocynaceae dan rubiaceae. *Skripsi*. FMIPA UI, Depok (2011).
10. Ramadhani, R. A., Kusriani, D. & Fachriyah, E., Isolasi, identifikasi dan uji antioksidan senyawa flavonoid dari ekstrak etil asetat daun tempuyung (*Sonchus arvensis* L.). *Chem. Info.*, **1**(1): 247-255 (2013).
11. Luximon-Ramma, A., Bahorun, T., Soobrattee, M. A. & Aruoma, O. I., Antioxidant activities of phenolic, proanthocyanidin, and flavonoid components in extract of cassia fistula. *J. Agric. Food Chem.*, **50**(18): 5042-5047 (2002).
12. Abriyani, E., Identifikasi Metabolit Sekunder Ekstrak Etanol Daun Tanaman Petai Cina adalah *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. *Pharma Explore*, **3**(2): 203-208 (2018)
13. Sukandar, D., Hermanto, S. & Al mabrur, I., Aktivitas Senyawa Antidiabetes dari Ekstrak Etil Asetat Daun Pandan Wangi (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.). *Jurnal Kimia Valensi*, **1**(6): 269-273 (2010)
14. Arif, T., Gahlaut, A., Sharma, B., Dabur, R. & Kumar, V., Anti-diabetic agents from medicinal plants: a review. *Chemical Biology Letters* **1**(1): 1-13 (2013)
15. Kaempe, H., Suryanto, E. & Kawengian, S., Potensi Ekstrak Fenolik Buah Pisang Goroho (*Musa* Spp.) Terhadap Gula Darah Tikus Putih (*Rattus norvegicus*). *Chem. Prog.*, **6**(1): 6-10 (2013)
16. Sahputra, R. M., Potensi ekstrak kulit dan daging buah salak sebagai antidiabetes. *Skripsi*. Bogor: FMIPA, IPB (2008).