

KUNYIT ASAM AND SINOM BEVERAGES INHIBITION WITH α -GLUCOSIDASE ENZYME ACTIVITY

Ida Ayu Adi Widari¹, Sri Mulyani², Bambang Admadi H.²

¹ Mahasiswa Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Unud

² Dosen Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Unud

Email: tirani_aline@yahoo.com¹

Email koresponden: srimulyani@unud.ac.id²

ABSTRACT

Kunyit asam and *sinom* are the kinds of Indonesian traditional beverage, which have a potency to be developed as a source of antioxidant. The research was carried out to determine the antioxidant capacity of *kunyit asam* and *sinom* beverages and their inhibition activity against α -glucosidase. Antioxidant capacity was analyzed using DPPH (*1,1-diphenyl-2-picrylhydrazyl*) method. Regression method was used to find out the correlation between the antioxidant capacity of the beverage and percentage of inhibited α -glucosidase. The result showed that antioxidant capacity of both beverages correlated significantly with the percentage of α -glucosidase inhibition. Antioxidant capacity of *kunyit asam* beverage was 2.04 mg GAEAC/g (2,042 ppm) and its IC₅₀ was about 146.48 ppm against the activity of α -glucosidase. *Sinom* beverage had antioxidant capacity of 1.88 mg GAEAC/g (1,881 ppm) and its IC₅₀ was 231.37 ppm.

Keywords : *kunyit asam*, *sinom*, antioxidant, inhibition, and α -glucosidase

PENDAHULUAN

Minuman kunyit asam merupakan minuman yang terbuat dari kunyit dan buah asam, bahan-bahan tersebut merupakan bahan rempah dan obat. *Sinom* merupakan minuman yang terbuat dari kunyit dan daun asam. Kunyit mengandung senyawa kimia yang terdiri atas minyak atsiri sebanyak 6% dari golongan senyawa monoterpen dan sesquiterpen (meliputi zingiberen, alfa dan beta turmeron), zat warna kuning yang disebut kurkuminoid sebanyak 5% (meliputi kurkumin 50-60%, monodesmetoksikurkumin dan bidesmetoksikurkumin), protein, fosfor, kalium, besi dan vitamin C (Saputra dan Ningrum, 2011). Daun dan buah asam kaya dengan flavonoid, fenol, pektin, dan saponin (Mursito, 2004).

Kandungan senyawa pada minuman kunyit asam dan *sinom* berfungsi mengobati penyakit secara alami dan dapat menangkal radikal bebas dalam tubuh. Radikal bebas yang terlalu banyak terbentuk didalam tubuh menyebabkan ketidakseimbangan yang disebut dengan stres oksidatif. Stres oksidatif menyebabkan penurunan fluiditas membran serta rusaknya struktur dan fungsi membran (Tandon *et al.*, 2004). Kerusakan seluler berhubungan dengan timbulnya berbagai penyakit degeneratif seperti jantung koroner, diabetes militus, dan kanker (Lee *et al.*, 2004). Penyakit diabetes militus dapat dicegah dengan menghambat kerja enzim α -glukosidase. Enzim α -glukosidase merupakan enzim yang berperan dalam sel usus halus mamalia. Enzim tersebut merupakan enzim kunci pada proses akhir pemecahan karbohidrat (Gao *et al.*, 2007). Fungsi enzim α -glukosidase dalam sistem pencernaan di usus sebagai katalis tahap terakhir dalam proses

pemecahan karbohidrat. Pada kondisi diabetes, aktivitas enzim α -glukosidase dalam proses penyerapan makanan di usus harus dicegah. Kadar glukosa dalam darah penderita diabetes akan semakin tinggi akibat banyaknya pemecahan karbohidrat menjadi glukosa. Oleh karena itu, kerja enzim tersebut dalam usus harus dihambat, baik dengan menggunakan obat alami maupun obat komersil (Murray *et al.*, 2009).

Masyarakat sudah mulai sadar untuk memanfaatkan bahan alam sebagai pencegah suatu penyakit yang tidak menimbulkan efek samping. Minuman kunyit asam dan *sinom* merupakan salah satu minuman alami untuk pencegahan suatu penyakit. Minuman kunyit asam dan *sinom* mempunyai antioksidan yang mampu menghambat radikal bebas namun sampai saat ini belum diketahui apakah secara *in vitro* antioksidan ini mampu menghambat enzim α -glukosidase. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui hal tersebut. Penelitian Rosiyana (2012) menyatakan bahwa ekstrak kulit kayu mahoni mampu menghambat enzim α -glukosidase pada nilai IC_{50} 17,25 ppm dan didukung penelitian Aliyan (2012) menyatakan bahwa ekstrak biji mahoni (*Swietenia macrophylla* King) dari fraksi petroleum eter memiliki penghambat yang paling baik dengan nilai IC_{50} 15,44 ppm. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kapasitas antioksidan dan daya hambat minuman kunyit asam dan *sinom* terhadap aktivitas enzim α -glukosidase dilihat dari nilai IC_{50} . Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat mengenai kapasitas antioksidan dan daya hambat minuman kunyit asam dan *sinom* terhadap aktivitas enzim α -glukosidase yang dapat mencegah terjadinya penyakit diabetes militus.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Pengolahan, Analisis Pangan, dan Mikrobiologi, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Jalan PB. Sudirman, Denpasar pada September 2013-Januari 2014.

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian yaitu: Timbangan Analitik, Vortex (Thermolyne), Spektrofotometer (Turner SP-870), Inkubator (Aneka Lab) dan alat-alat gelas.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari bahan uji dan bahan kimia. Bahan uji yang digunakan yaitu: kunyit, buah asam, dan daun asam. Bahan kimia yang digunakan yaitu: Asam Galat (Sigma-Aldrich), 1.1-diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH), Metanol pro analysis (Brathaco chemical), Aqua DM, Dimetil Sulfoksida (Merck), Buffer Solution pH 7.0 (Merck), 4-Nitrophenyl α -D-glucopyranoside 5 mM (Sigma-Aldrich), enzim α -glukosidase dari *Saccharomyces cerevisiae* 37.6 unit mg/protein (Sigma-Aldrich) dan Natrium Karbonat 200 mM.

Rancangan Percobaan

Metode penelitian menggunakan metode regresi hubungan antara konsentrasi GAEAC dalam minuman kunyit asam dan *sinom* dengan persen penghambatan aktivitas enzim α -glukosidase. Variasi konsentrasi kapasitas antioksidan yaitu 6,25 ppm, 12,5 ppm, 25 ppm, 50 ppm, dan 100 ppm. Dari kedua perlakuan tersebut kemudian dilakukan pengujian sebanyak 3 kali ulangan.

Pelaksanaan Percobaan

1) Pembuatan Minuman Kunyit Asam

Pembuatan minuman kunyit asam sebagai berikut: rimpang kunyit segar dikupas, ditimbang 250 gram dan dicuci. Kunyit selanjutnya diblender dengan menambahkan air sebanyak 1250 ml air, kemudian disaring. Hasil saringan merupakan ekstrak kunyit I dan ampas, ampas kemudian diblender selanjutnya disaring, hasil saringan tersebut merupakan ekstrak kunyit II. Ekstrak kunyit I dan II dicampur sehingga menghasilkan ekstrak kunyit (Hartiati *et al.*, 2012). Untuk bagian buah asam dikupas dan dihilangkan bijinya selanjutnya ditimbang sebanyak 250 gram, ditambahkan dengan air dengan perbandingan 1:10. Diaduk hingga rata menjadi campuran buah asam dengan air kemudian disaring dengan kain saring dan mendapatkan ekstrak buah asam. Ekstrak kunyit dan ekstrak buah asam dicampurkan kemudian menjadi campuran kunyit asam dengan pH 3,7. Campuran kunyit asam direbus sampai mendidih, setelah mendidih dibiarkan 1 menit kemudian diangkat dan didinginkan, itulah yang merupakan minuman kunyit asam (Triani dan Mulyani, 2008).

2) Pembuatan Minuman *Sinom*

Pembuatan minuman *sinom* sebagai berikut: rimpang kunyit segar dikupas dan ditimbang 50 gram kemudian dicuci hingga bersih. Kunyit yang telah bersih ditambahkan air 400 ml kemudian dihancurkan selama 3,5 menit selanjutnya disaring. Hasil dari penyaringan adalah ekstrak kunyit yang kemudian direbus hingga mendidih. Untuk bagian daun asam, ditimbang 250 gram kemudian dicuci hingga bersih. Daun asam yang sudah bersih ditambahkan air 300 ml dan direbus hingga mendidih, dicampurkan dengan ekstrak kunyit kemudian diaduk. Jika sudah rata kemudian disaring selanjutnya didinginkan, hasil saringan yang telah dingin tersebut yang merupakan minuman *sinom* (Inayah, 2012).

3) Pengujian Kapasitas Antioksidan

Sampel minuman kunyit asam dan *sinom* masing-masing diambil 1 gram kemudian diencerkan 10 ml dengan metanol 100% kemudian divortex, dilanjutkan dengan penyaringan menggunakan kertas saring. Filtrat dipipet 0,1 ml ditambahkan metanol 0,4 ml dan larutan DPPH 3,5 ml kemudian divortex, dibiarkan diudara terbuka selama 20 menit selanjutnya diukur

absorbansinya pada panjang gelombang 517 nm (Yun, 2011). Dibuik kurva standar dengan konsentrasi asam galat yaitu 0 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, dan 20 ppm, sehingga diperoleh persamaan regresi ($y=ax+b$). Pengukuran aktivitas antioksidan dengan DPPH menggunakan asam galat sebagai standar.

4) Pengujian Penghambatan Enzim

Pengujian penghambatan enzim α -glukosidase dengan spektrofotometer dilakukan setelah mengetahui kapasitas antioksidan dari masing-masing minuman. Minuman dengan kapasitas antioksidan yang sudah diketahui dibuat konsentrasi yang berbeda-beda yaitu 6,25 ppm, 12,5 ppm, 25 ppm, 50 ppm, dan 100 ppm dengan cara pengenceran menggunakan rumus $V1N1=V2N2$. Pengujian penghambatan enzim α -glukosidase menurut Elya *et al.* (2012).

Persentase penghambatan enzim α -glukosidase dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ penghambatan} = \frac{A0 - A1}{A0} \times 100\%$$

Keterangan:

A0: nilai absorbansi kontrol-nilai absorbansi blanko

A1: nilai absorbansi kontrol sampel-nilai absorbansi sampel.

5) Penentuan IC₅₀

Nilai IC₅₀ ditentukan dengan cara membuat kurva antara persen penghambatan aktivitas enzim α -glukosidase dengan konsentrasi GAEAC minuman kunyit asam dan *sinom* sehingga diperoleh persamaan regresi $y=a+bx$. Persamaan regresi tersebut dapat menentukan besaran konsentrasi kapasitas antioksidan minuman yang mampu menghambat aktivitas enzim α -glukosidase sebesar 50% dengan rumus sebagai berikut

$$IC_{50} = \frac{50 - a}{b}$$

Keterangan:

a dan b diperoleh dengan persamaan regresi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kapasitas Antioksidan

Kapasitas antioksidan minuman kunyit asam dengan nilai rata-rata 2,04 mg GAEAC/g dan minuman *sinom* dengan nilai rata-rata 1,88 mg GAEAC/g. Kapasitas antioksidan pada minuman kunyit asam lebih besar dari minuman *sinom* juga ditunjukkan pada penelitian yang pernah dilakukan sebelumnya. Penelitian Santosa (2010) kapasitas antioksidan minuman kunyit asam sebesar 1,26 mg GAEAC/g dan penelitian Inayah (2012) nilai kapasitas antioksidan minuman *sinom* sebesar 1,22 mg GAEAC/g. Minuman kunyit asam dalam penelitian ini merupakan

minuman terbaik dengan pH 3,7 dari penelitian Triani dan Mulyani (2008), dengan perbandingan kunyit dan air sebesar 1:5, buah asam dan air sebesar 1:10. Ekstrak kunyit ditambahkan ekstrak buah asam hingga mencapai pH 3,7. Minuman *sinom* merupakan formula terbaik dari penelitian Inayah (2012), dengan perbandingan kunyit, daun asam dan air sebesar 1:5:14. Kunyit pada minuman kunyit asam lebih banyak, menyebabkan nilai antioksidan pada minuman kunyit asam lebih tinggi dari minuman *sinom* karena senyawa yang terkandung dalam kunyit berupa senyawa bioaktif antara lain asam askorbat, β -karoten, asam kafeik, kurkumin, eugenol, *p*-asam kumarik (Suhaj, 2006). Warna kuning pada kunyit disebabkan oleh curcumin 1,7-bis-(4-hydroxy-3-methoxyfenil)-1,6-heptadiene-3-5-dione, demethoxy-curcumin dan bis demethoxy-curcumin yang diketahui mempunyai aktifitas antioksidan tinggi (Sharma *et al.*, 2005; Cousins *et al.*, 2007). Kurkumin selain mempunyai aktifitas antioksidan yang tinggi juga berfungsi sebagai anti *inflammatory* (Lin *et al.*, 1997) dan anti kanker (Huang *et al.*, 1994; Kunchandy dan Rao, 1990; Sharma *et al.*, 1994).

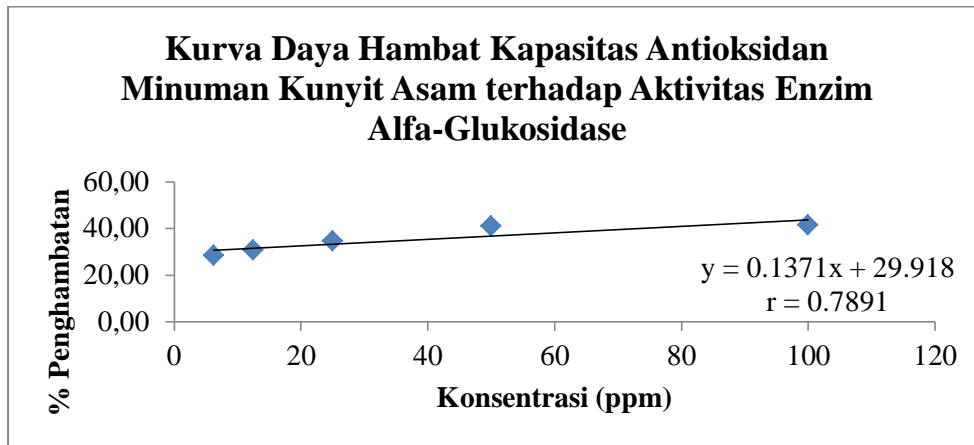
Penghambatan Aktivitas Enzim α -Glukosidase

Penghambatan aktivitas enzim α -glukosidase oleh kapasitas antioksidan minuman kunyit asam dan *sinom* dalam penelitian ini dilakukan secara *in vitro* dan akarbose digunakan sebagai pembanding. Akarbose merupakan agen antidiabetik komersial yang bekerja dengan cara menghambat kerja enzim α -glukosidase tetapi memiliki efek samping. Hasil penelitian kapasitas antioksidan minuman kunyit asam, *sinom*, dan akarbose untuk menghambat aktivitas enzim α -glukosidase ditunjukkan pada Tabel 1.

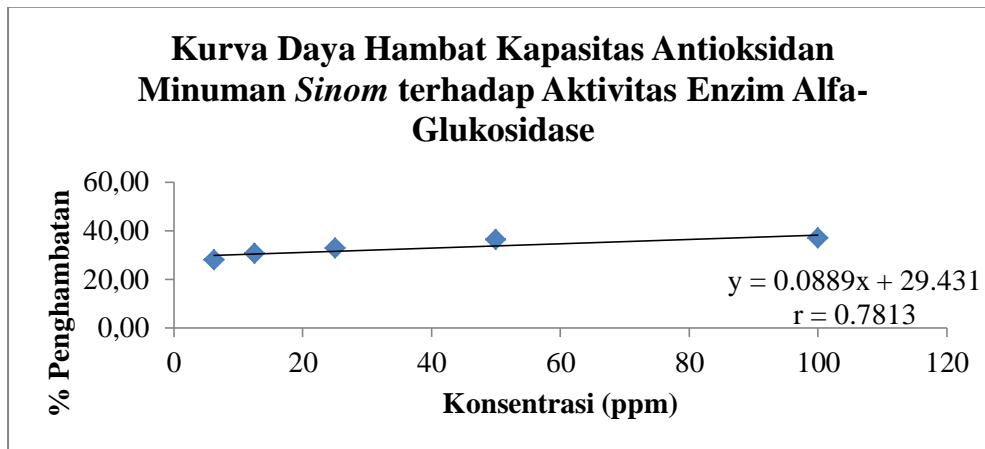
Tabel 1. Penghambatan Aktivitas Enzim α -Glukosidase Kapasitas Antioksidan Minuman Kunyit Asam, *Sinom*, dan Akarbose

Sampel	Konsentrasi GAEAC (ppm)	% Penghambatan
Minuman Kunyit Asam	6,25	28,47
	12,5	30,72
	25	34,52
	50	40,93
	100	41,52
Minuman <i>Sinom</i>	6,25	27,88
	12,5	30,54
	25	32,70
	50	36,25
	100	37,01
Akarbose	10	32,20
	20	33,90
	30	35,93
	40	37,12
	50	37,63

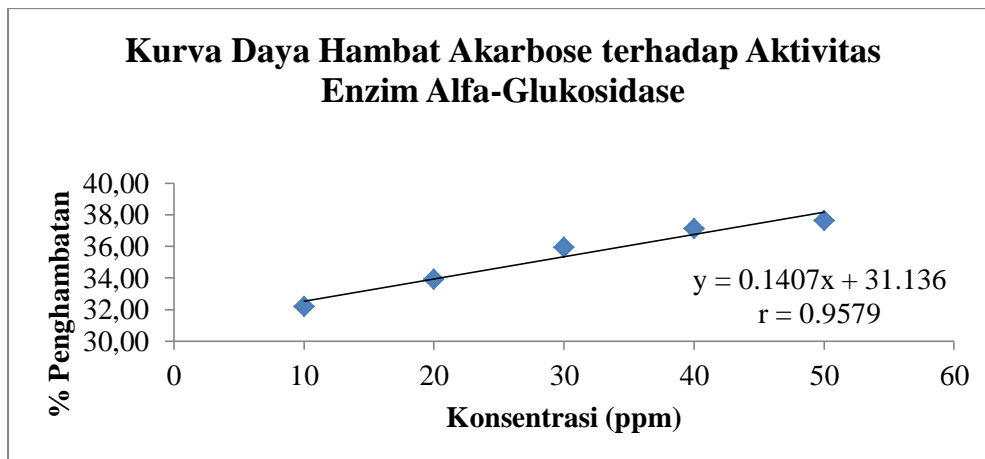
Persamaan regresi untuk menentukan nilai IC_{50} kapasitas antioksidan minuman kunyit asam, *sinom*, dan akarbose dalam menghambat aktivitas enzim α -glukosidase (Gambar 1, 2 dan 3). Nilai IC_{50} dapat dilihat pada Tabel 2.



Gambar 1. Persamaan regresi untuk menghitung nilai IC₅₀ daya hambat kapasitas antioksidan minuman kunyit asam terhadap aktivitas enzim α-glukosidase



Gambar 2. Persamaan regresi untuk menghitung nilai IC₅₀ daya hambat kapasitas antioksidan sinom asam terhadap aktivitas enzim α-glukosidase



Gambar 3. Persamaan regresi untuk menghitung nilai IC₅₀ daya hambat akarbose terhadap aktivitas enzim α-glukosidase

Tabel 2. Nilai Signifikan dan Koefisien Korelasi Kapasitas Antioksidan Minuman Kunyit Asam, *Sinom*, Akarbose

Sampel	Signifikan	Koefisien Korelasi (r)
Minuman Kunyit Asam	0,044048711	0,7891
Minuman <i>Sinom</i>	0,046637312	0,7813
Akarbose	0,003717566	0,9579

Kapasitas antioksidan minuman kunyit asam memiliki nilai signifikan sebesar $0,044 < 0,05$ maka kapasitas antioksidan minuman kunyit asam berkorelasi secara signifikan menghambat aktivitas enzim α -glukosidase. Kapasitas antioksidan minuman kunyit asam memiliki nilai koefisien korelasi sebesar 0,7891, nilai ini terletak antara 0-1 maka menunjukkan ada hubungan yang sangat erat antara konsentrasinya kapasitas antioksidan minuman kunyit asam dengan persen penghambatan aktivitas enzim α -glukosidase serta hubungannya searah. Kapasitas antioksidan minuman *sinom* memiliki nilai signifikan sebesar $0,046 < 0,05$ maka kapasitas antioksidan minuman *sinom* berkorelasi secara signifikan menghambat aktivitas enzim α -glukosidase. Kapasitas antioksidan minuman *sinom* memiliki nilai koefisien korelasi sebesar 0,7813, nilai ini terletak antara 0-1 maka menunjukkan ada hubungan yang sangat erat antara konsentrasinya kapasitas antioksidan minuman *sinom* dan persen penghambatan aktivitas enzim α -glukosidase serta hubungannya searah. Akarbose memiliki nilai signifikan sebesar $0,003 < 0,05$ maka akarbose berkorelasi secara signifikan menghambat aktivitas enzim α -glukosidase. Akarbose memiliki nilai koefisien korelasi sebesar 0,9579, nilai ini terletak antara 0-1 maka menunjukkan ada hubungan yang sangat erat antara konsentrasinya akarbose dan persen penghambatan aktivitas enzim α -glukosidase serta hubungannya searah. Nilai signifikan dan koefisien korelasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Aktivitas penghambatan enzim α -glukosidase kapasitas antioksidan minuman kunyit asam memiliki nilai IC_{50} sebesar 146,48 ppm GAEAC lebih kecil dibandingkan kapasitas antioksidan minuman *sinom* yang memiliki nilai IC_{50} sebesar 231,37 ppm GAEAC, disebabkan perbandingan kunyit pada minuman kunyit asam lebih banyak dibandingkan minuman *sinom*. Kapasitas antioksidan minuman kunyit asam memiliki efektifitas lebih tinggi dibandingkan dengan kapasitas antioksidan minuman *sinom*. Akarbose memiliki nilai IC_{50} yang paling kecil dibandingkan dengan kedua sampel minuman sebesar 134,07 ppm GAEAC dapat dilihat pada Tabel 3. Kemampuan akarbose dalam menghambat kerja enzim α -glukosidase lebih efektif dan digunakan sebagai obat diabetes secara komersial tetapi memiliki efek samping.

Tabel 3. Nilai IC₅₀ pada Minuman Kunyit Asam, *Sinom* dan Akarbose

Sampel	Nilai IC ₅₀ (ppm) GAEAC
Minuman Kunyit Asam	146,48
Minuman <i>Sinom</i>	231,37
Akarbose	134,07

Dibandingkan dengan ekstrak kulit kayu mahoni dan ekstrak biji mahoni (*Swietenia macrophylla* King) yang mampu menghambat enzim α -glukosidase berturut-turut nilai IC₅₀ 17,25 ppm dan 15,44 ppm. Kedua penelitian ini memiliki nilai IC₅₀ yang lebih kecil dibandingkan dengan penelitian yang dilakukan karena kedua penelitian tersebut berupa ekstrak dan penelitian yang dilakukan berupa minuman, dimana minuman tersebut perbandingan air lebih banyak dari bahan. Perbedaan nilai IC₅₀ berbeda jauh disebabkan juga karena metode penelitian yang berbeda serta asal enzim yang berbeda.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Minuman kunyit asam memiliki nilai kapasitas antioksidan sebesar 2,04 mg GAEAC/g dan penghambatan aktivitas enzim dengan nilai IC₅₀ sebesar 146,48 ppm GAEAC. Minuman *sinom* memiliki nilai kapasitas antioksidan sebesar 1,88 mg GAEAC/g dan penghambatan aktivitas enzim dengan nilai IC₅₀ sebesar 231,37 ppm GAEAC.

Saran

Penelitian ini dilakukan secara *in vitro*, maka perlu dilakukan penelitian lebih lanjut secara *in vivo* untuk mengetahui daya hambat minuman kunyit asam dan minuman *sinom* apakah dapat menghambat aktivitas enzim α -glukosidase dengan stabil pada organ tubuh.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliyan, A.H. 2012. Uji Penghambatan Aktivitas Alfa-Glukosidase dan Identifikasi Golongan Senyawa Kimia dari Fraksi Aktif Ekstrak Biji Mahoni (*Swietenia macrophylla* King). http://lontar.ui.ac.id/file?file=digital/20296579-S1847_Ayuti%20Haqqi%20Aliyan.pdf. Diakses 31 Januari 2013.
- Cousins, M., J. Adelberg, F. Chen, and J. Rieck. 2007. Antioxidant capacity of fresh and dried rhizomes from four clones of turmeric (*Curcuma longa* L.) grown invitro. *Industrial Crops and Products*. **25**: 129-135.
- Elya, B., K. Basah, A. Mun'im, W. Yulastuti, A. Bangun, and E.K.Septiana. 2012. Screening of α -Glucosidase Inhibitory Activity from Some Plants of *Apocynaceae*, *Clusiaceae*, *Euphorbiaceae*, and *Rubiaceae*. *Journal of Biomedicine and Biotechnology*. 3-4
- Gao, H., Y.N. Huang, P.Y. Xu, and J. Kawabata. 2007. Inhibitory effect on α -glucosidase by the fruits of *Terminalia chebula* Retz. *Food Chemistry* **105**: 628-634.

- Hartiati, A., S. Mulyani, dan S.N. Rohman. 2012. Pengaruh Komposisi Bagian Kunyit (*Curcuma domestica* Val) dan Waktu Penghancuran Terhadap Kandungan dan Aktivitas Antioksidan Kunyit, Prosiding Seminar Nasional, Program Studi Teknologi Industri Pertanian Bekerjasama dengan APTA.
- Huang, M.T., Y.R. Lou, W. Ma, H.L. Newmark, K.R. Reuhl, and A.H. Conney. 1994. Inhibitory effects of dietary curcumin on forestomach, duodenal, and colon carcinogenesis in mice. *Cancer Research*. **54**. 5841-5847.
- Inayah, A. 2012. Pengaruh Formulasi Minuman Kunyit Asam (*Curcuma domestica* Val.-*Tamarindus indica* L.) terhadap Karakteristik dan Kandungan Antioksidan Produk. Skripsi Jurusan Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana. Tidak dipublikasikan.
- Kunchandy, E., and M.N.A. Rao, 1990. Oxygen radical scavenging activity of curcumin. *International Journal of Pharmaceutics*. **58**. 237-370.
- Lee, J., N. Koo, D.B. Min. 2004. Reactive oxygen species, aging, and antioxidative nutraceuticals. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. **3**. 21-33.
- Lin, J.K., Y.C. Chen, Y.T. Huang, and S.Y. Lin-Shiau. 1997. Suppression of protein kinase C and nuclear oncogene expression as possible molecular mechanisms of cancer chemoprevention by apigenin and curcumin. *Journal of Cellular Biochemistry*. **67**. 39-48.
- Murray, R.K., K.G. Daryl, and W.R. Victor. 2009. Biokimia Harper Edisi 27. Nanda Wulandari, penerjemah; Jakarta: EGC. Terjemahan dari Harper's Illustrated of Biochemistry, 27th ed.
- Murshito, B. 2004. Seri Agrisehat Pelangsing Tubuh. Penebar Swadaya, Jakarta.
- Rosiyana, A. 2012. Aktivitas Antioksidan dan Penghambatan A-Glukosidase Ekstrak dan Nanopartikel Ekstrak Kulit Kayu Mahoni (*Swietenia Macrophylla* King). http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/1234_56789/59536/G12anr.pdf?sequence=1. Diakses 31 Januari 2013.
- Santosa, B.P. 2010. Pengaruh Lama Penyimpanan terhadap Karakteristik Mutu Minuman Kunyit Asam (*Curcuma domestica* Val.-*Tamarindus indica* L.). Skripsi Jurusan Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana. Tidak dipublikasikan.
- Saputra, A., dan D.K. Ningrum. 2011. Pengeringan Kunyit Menggunakan Microwave dan Oven. <http://eprints.undip.ac.id/13355/1/ARTIKEL-QUW.pdf>. Diakses 20 Desember 2012.
- Sharma, R.A., A.J. Gescher, and W.P. Steward. 2005. Curcumin: The story so far. *European Journal of Cancer*. **41**. 1955-1968.
- Sharma, S., J.D. Stutzman, G.J. Kelloff, and V.E. Steel. 1994. Screening of potential chemopreventive agents using biochemical markers of carcinogenesis. *Cancer Research*. **54**. 5848-5855.
- Suhaj, M. 2006. Spice antioxidants isolation and their antiradical activity: a review. *Journal of Food Composition and Analysis*. **19**. 531-537.
- Tandon R, H.D. Khanna, M. Dorababu, and R.K. Goel. 2004. Oxidative stress and antioxidant status in peptic ulcer and gastric carcinoma. *Indian Journal of Physiol Pharmacology*. **48**. 115-118.
- Triani, IG.A.L., dan S. Mulyani. 2008. Pengaruh pH dan Lama Pemasakan Terhadap Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kunyit Asam. DIPA Universitas Udayana Bali

Yun, L.2001. Free Radical Scavenging Properties of Conjugated Linoic Acids. Journal of Agricultural and Food Chemistry. **49**. 3452-3456.