

## **Pengaruh Waktu Fermentasi Teh Kombucha terhadap Penurunan Kadar Glukosa Darah pada Tikus Putih Jantan Galur Wistar dengan Induksi Aloksan**

### **The Influence of Fermentation Time of Kombucha Tea on The Decrease of Glucose Level on White Male Rats Wistar With Induced Aloksan**

NILAM KRISTIANINGTYAS, INARATUL RIZKHY HANIFAH\*, ISWANDI

*Fakultas Farmasi, Universitas Setia Budi  
Jln. Letjen Sutoyo-Mojosongo Surakarta-57127 Telp. 0271-852518  
\* Korespondensi: inaratul\_rizkhyhanifah@yahoo.com*

(Diterima 3 November 2014, disetujui 15 Januari 2015)

---

#### **ABSTRAK**

Diabetes mellitus (DM) merupakan sekelompok gangguan metabolisme yang ditandai dengan nilai kadar gula darah di atas normal. Teh kombucha merupakan minuman hasil fermentasi larutan teh manis oleh ragi dan bakteri. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu fermentasi teh kombucha terhadap penurunan kadar glukosa darah pada tikus putih jantan. Hewan uji diinduksi dengan aloksan dan dikelompokkan menjadi 5 kelompok, masing-masing kelompok terdiri dari 5 ekor tikus putih jantan. Kelompok I kontrol negatif diberi aquadest, kelompok V kontrol positif diberi glibenklamid dengan dosis 0,09 mg/200 gram BB, kelompok II, III dan IV diberi teh kombucha dengan volume pemberian 5,5 ml. Perlakuan dilakukan selama 2 minggu, kadar glukosa darah diperiksa pada semua kelompok hewan uji pada minggu pertama dan minggu kedua selama pemberian sediaan uji. Data yang telah diperoleh dianalisis dengan menggunakan ANOVA satu jalan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa teh kombucha dapat menurunkan kadar glukosa darah dan teh kombucha fermentasi 12 hari menunjukkan kemampuan dalam menurunkan kadar glukosa darah lebih besar dibandingkan dengan teh kombucha fermentasi 4 dan 8 hari.

**Kata kunci :** teh kombucha, aloksan, glibenklamid, antidiabetes.

---

#### **ABSTRACT**

Diabetes mellitus is a group of metabolism disorders which is characteristic by the blood glucosa levels. Kombucha tea is a fermented product of sweet tea due o activity of yeast and bacteria. The research was aimed to determine the influence of various kombucha fermentation time on the decrease of glucose level in white male rats wistar. The tested animal is were induced with aloksan and arranged into groups. Each group consisted of 5 white male rats. Group I as negative control was treated by aquadest. Group II, III dan IV were treated by 5,5 ml of 4, 8 and 12 days-fermentation kombucha tea, respectively. Group V, as positive control was treated by glibenclamide at 0,09 mg/200 g BB. The treatments were conducted for two weeks. Each group was observed for glucose levels an the firstand second week. The results were analyzed using one way ANOVA. The result showed that tea kombucha is able to decreaseglucose levels and the 12 days fermented kombucha tea has ability to decrease glucose levels better than 4 and 8 days fermented tea kombucha.

**Keywords:** tea kombucha, alloxan, glibenclamide, antidiabetic.

---

## PENDAHULUAN

Diabetes mellitus adalah sekelompok gangguan metabolisme dari lemak, karbohidrat dan protein yang menyebabkan gangguan sekresi insulin, kerja insulin (sensitivitas), atau keduanya (Dipiro *et al.* 2008). Terapi DM merupakan terapi jangka panjang dan memiliki resiko efek samping dan biaya pengobatan mahal. Hal ini menyebabkan pasien penderita DM mulai menggunakan produk obat tradisional. Penggunaan obat modern dengan obat tradisional secara bersamaan, memicu interaksi antara obat modern dengan obat tradisional, interaksi menguntungkan berupa peningkatan efek penurunan kadar glukosa darah, maupun interaksi berupa efek samping yang tidak dikehendaki (Badole *et al.* 2008).

Penelitian ini menggunakan teh kombucha. Teh kombucha merupakan hasil fermentasi antara larutan teh manis dengan kultur kombucha (Kusumah 2008). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, teh kombucha dapat menurunkan kadar gula darah *Rattus norvegicus* (Lukitawati 2013). Dashti dan Morshedi (2000) meneliti efek teh kombucha terhadap efek antidiabetes dengan membandingkan teh hitam, kedua teh tersebut memberikan pengaruh yang sama pada kadar gula darah. Penelitian lain tentang teh kombucha telah dilakukan oleh Simanjuntak dan Siahaan (2011), bahwa teh kombucha dengan konsentrasi gula 12% dan fermentasi selama 4 hari lebih disukai dari nilai organoleptik teh kombucha.

Berdasarkan latar belakang di atas maka peneliti melakukan penelitian dalam upaya untuk mengetahui pengaruh hasil fermentasi teh kombucha terhadap penurunan kadar gula darah sehingga dapat digunakan sebagai alternatif pengobatan DM. Dimana penelitian ini menggunakan hewan uji tikus putih jantan galur wistar.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui efek teh kombucha dan mengetahui lama fermentasi yang paling efektif terhadap penurunan kadar glukosa darah pada tikus putih jantan galur wistar yang telah diinduksi aloksan.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan uji yang digunakan untuk penelitian ini adalah kultur kombucha yang diambil dari Surabaya, Jawa Timur difermentasi melalui media teh hitam dari Surakarta, Jawa Tengah. Bahan kimia yang digunakan untuk uji farmakologi adalah aloksan monohidrat untuk menginduksi tikus putih jantan, glibenklamid sebagai kontrol positif, larutan garam fisiologis, aquadest, larutan CMC 0,5% dan reagen glukosa GOD PAP untuk mengukur kadar glukosa darah. Hewan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah tikus putih jantan berumur 2-3 bulan dengan berat 150,0-200,0 gram yang diperoleh dari Laboratorium Universitas Setia Budi.

### Alat

Alat yang digunakan untuk pembuatan teh kombucha adalah panci *stainless steel* ukuran 1 liter untuk merebus air, toples kaca dan kain. Alat yang digunakan untuk memisahkan serum terdiri dari tabung serologis dan sentrifuge tipe T121, dan untuk mengukur kadar glukosa darah tikus adalah fotometer Stardust FC. Alat untuk pengambilan darah mencit menggunakan pipa kapiler. Alat lain yang digunakan yaitu timbangan tikus, neraca analitik, jarum suntik 1 ml dan alat-alat gelas.

### Pembuatan Teh

Pembuatan teh dalam penelitian ini sama yang dilakukan pada umumnya. Air 1 liter terlebih dahulu direbus dengan menggunakan panci *stainless steel* sampai mendidih. Ditambahkan gula 120 gram dan teh hitam sebanyak 30 gram, diaduk dan dibiarkan beberapa menit (sekitar 15 menit) hingga gula larut.

### Pembuatan teh kombucha

Teh yang telah dingin disaring untuk memisahkan air teh dari ampas teh lalu dimasukkan ke dalam wadah kaca, kultur kombucha ditaruh sebanyak 60 gram. Toples ditutup dengan menggunakan kain bersih. Proses fermentasi dilakukan selama 4, 8 dan 12 hari.

### Identifikasi Kualitatif Teh Kombucha

Teh kombucha 10 ml dikocok kuat-kuat selama 10 menit. Saponin positif bila terbentuk buih yang mantap setinggi 1 sampai 10 cm dan dengan penambahan 1 tetes HCl 2N buih tidak hilang (Depkes 1987).

Teh kombucha ditambah dengan pereaksi  $\text{FeCl}_3$  5%, reaksi positif jika berwarna hijau violet (Robinson 1995).

Teh kombucha yang diencerkan dengan sedikit air ditambah serbuk Mg, 2 ml alkohol:HCl (1:1) dan pelarut amil alkohol, campuran ini dikocok kuat-kuat kemudian dibiarkan sampai memisah. Reaksi positif jika terjadi warna merah/kuning/jingga pada lapisan amil alkohol (Depkes 1995).

Identifikasi vitamin B1 dilakukan dengan menambah teh kombucha 1 ml ditambah 1 ml pereaksi Pb-asetat 10% dan 1 ml larutan NaOH terjadi warna kuning (Depkes 1979).

Identifikasi vitamin B3 dilakukan dengan menambah teh kombucha 2 ml dengan 6 ml larutan sianogen bromida P dan 1 ml larutan anilina terjadi warna kuning emas (Depkes 1979).

Identifikasi vitamin C dilakukan teh kombucha 2 ml ditambah 4 tetes larutan biru metilen P, lalu dihangatkan hingga suhu  $40^\circ\text{C}$  terjadi warna biru tua.

Identifikasi asam karboksilat dilakukan dengan menambah teh kombucha 1 ml beberapa tetes  $\text{NaHCO}_3$  5% terjadi perubahan bening dan terdapat gelembung gas (Fessenden & Fessenden 1997).

### Identifikasi Kualitatif *Acetobacter sp.* Uji katalase

Kultur kombucha diambil satu ose kemudian dioleskan pada *object glass* yang telah disterilkan dengan alkohol. *Object glass* ditetesi dengan larutan  $\text{H}_2\text{O}_2$  3%, jika terdapat gelembung gas berarti uji katalase tersebut positif artinya aktivitas mikroba tersebut menghasilkan enzim katalase (Nainggolan 2009).

### **Pewarnaan Gram**

Preparat oles dibuat pada *object glass*, difiksasi di atas api bunsen. Preparat ditetesi dengan larutan Gram A, didiamkan selama 60 detik dan dicuci dengan air mengalir, pada Gram B, C dan D, dilakukan sama seperti Gram A. Preparat ditetesi dengan minyak imersi. Preparat diamati dengan mikroskop jika sel berwarna ungu, sel termasuk gram positif dan jika sel berwarna merah maka termasuk gram negatif (Nainggolan 2009).

### **Penyiapan Hewan Uji**

Hewan uji dikelompokkan menjadi 5 kelompok, tiap-tiap kelompok terdiri dari 5 ekor tikus putih jantan galur wistar. Hewan uji diinduksi aloksan. Kelompok I sebagai kontrol negatif (aquadest), kelompok II diberi teh kombucha fermentasi 4 hari dengan volume pemberian 5,5 ml/200 gram BB tikus, kelompok III diberi teh kombucha fermentasi 8 hari dengan volume pemberian 5,5 ml/200 gram BB tikus, kelompok IV diberi teh kombucha fermentasi 12 hari dengan volume pemberian 5,5 ml/200 gram BB tikus dan kelompok V sebagai kontrol positif (glibenklamid). Pemberian perlakuan dilakukan selama 14 hari. Pengukuran kadar glukosa dilakukan sebanyak 4 kali, yaitu kadar glukosa awal, 3 hari setelah diinduksi aloksan, 7 hari pemberian perlakuan dan 14 hari pemberian perlakuan, dengan menggunakan alat fotometer Stardust FC.

### **Analisa Hasil**

Data yang diperoleh berupa kadar glukosa darah hewan uji pada saat mengalami kenaikan dan setelah

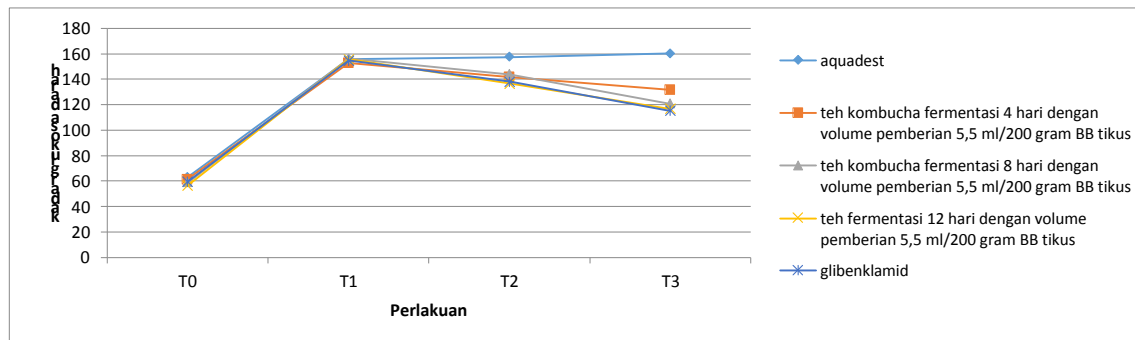
pemberian teh kombucha. Untuk mengetahui perbedaan nyata diantara perlakuan diuji dengan uji Anova satu jalan lalu dilanjutkan dengan uji Post Hoc.

### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Tabel 1 dan Gambar 1 menunjukkan perbedaan rata-rata kadar glukosa darah dari awal penelitian hingga akhir penelitian dari tiap kelompok. Kadar glukosa darah sebelum diinduksi aloksan memiliki kadar gula darah yang normal. Namun setelah diinduksi aloksan terdapat kenaikan kadar glukosa darah yang cukup tinggi meskipun hewan uji belum terkondisikan DM. Perlakuan dilakukan selama 14 hari. Rata-rata kadar glukosa darah perlakuan 7 hari dan 14 hari menunjukkan bahwa teh kombucha dapat menurunkan kadar glukosa darah. Teh kombucha fermentasi 4 hari mampu menurunkan kadar glukosa darah sebesar 7% pada minggu pertama sedangkan minggu kedua kemampuan penurunan kadar glukosa darah sebesar 14%. Teh kombucha fermentasi 8 hari memiliki kemampuan sebesar 8% pada minggu pertama dan 22% pada minggu kedua. Pada fermentasi 12 hari memiliki kemampuan 12% pada minggu pertama dan 25% pada minggu kedua. Berdasarkan persentasi penurunan kadar glukosa darah pada tabel 5, teh kombucha fermentasi 4 hari tidak sebaik teh kombucha fermentasi 8 hari dalam menurunkan kadar gula darah. Teh kombucha fermentasi 8 hari tidak seefektif teh kombucha fermentasi 12 hari untuk menurunkan kadar gula darah.

Tabel 1. Hasil rata-rata pengukuran kadar glukosa darah tikus pada setiap kelompok perlakuan

| Kelompok                        | Kadar glukosa awal ( $\mu$ /dL)<br>T <sub>0</sub> | % kenaikan kadar glukosa setelah induksi aloksan | Kadar glukosa setelah diinduksi aloksan ( $\mu$ /dL)<br>T <sub>1</sub> | % penurunan kadar glukosa setelah 7 hari perlakuan | Kadar glukosa setelah 7 hari perlakuan ( $\mu$ /dL)<br>T <sub>2</sub> | % penurunan kadar glukosa setelah 14 hari perlakuan | Kadar glukosa setelah 14 hari perlakuan ( $\mu$ /dL)<br>T <sub>3</sub> |
|---------------------------------|---|--|--|--|---|---|--|
| Kontrol negatif                 | 63,6 ± 13,42                                      | 145  | 156,0 ± 6,63   | - 1  | 157,6 ± 6,98  | - 2   | 160,4 ± 8,35   |
| Teh kombucha fermentasi 4 hari  | 61,8 ± 12,35                                      | 147  | 153,2 ± 6,14   | 7  | 142,2 ± 6,30  | 14  | 132,0 ± 6,51   |
| Teh kombucha fermentasi 8 hari  | 59,0 ± 9,40                                       | 165  | 156,4 ± 7,12   | 8  | 144,0 ± 8,51  | 22  | 121,0 ± 8,45   |
| Teh kombucha fermentasi 12 hari | 56,8 ± 9,85                                       | 174  | 156,0 ± 8,51   | 12   | 136,8 ± 6,45  | 25  | 116,8 ± 4,32   |
| Kontrol positif                 | 59,8 ± 12,67                                      | 159  | 155,0 ± 4,63   | 10   | 138,4 ± 4,50  | 25  | 115,4 ± 4,33   |



Gambar 1. Grafik rata-rata kadar glukosa darah.

Teh kombucha merupakan minuman kesehatan yang telah lama dikonsumsi. Di dalam kultur kombucha terdapat *Acetobacter sp.*, dimana bakteri tersebut mengubah glukosa menjadi asam dan vitamin (Simanjuntak & Siahaan 2011). Salah satu produk yang dihasilkan oleh *Acetobacter sp.* adalah asam glukonat yang berasal dari oksidasi glukosa (Simanjuntak dan Siahaan 2011; Eberl *et al* 1997). Asam glukonat memiliki peran dalam melindungi membran sel dan memperkuat dinding usus, berfungsi dalam penyerapan kalsium dan menurunkan kadar glukosa di dalam darah (Lukitawati 2013).

Selama proses fermentasi, bakteri *Acetobacter sp.* mampu mengoksidasi glukosa menjadi asam glukonat (Aditiwati dan Kuanadi 2003). Penurunan glukosa

darah oleh asam glukonat dilakukan dengan menjaga penyerapan kalsium untuk pembentukan insulin oleh sel-sel beta pankreas. Insulin disekresikan oleh sel-sel  $\beta$  pada pulau-pulau Langerhans membutuhkan  $Ca^{2+}$  dan tahap akhirnya adalah pelepasan isi granula-granula ekresi empat insulin dan C-peptida dibentuk. Ketika rangsangan glukosa menyebabkan penutupan kanal KATP dan pembukaan  $Ca^{2+}$ -channel dan butiran RRP (readily releasable pool) terletak tepat dibawah  $Ca^{2+}$ -channel yang terkena konsentrasi tinggi  $Ca^{2+}$  menyebabkan RRP melepaskan granula atau eksositosis (Ren *et al* 2007).

**Tabel 2. Hasil identifikasi kandungan senyawa kimia teh kombucha secara kualitatif**

| Senyawa          | Keterangan |
|------------------|------------|
| Saponin          | +          |
| Tanin            | +          |
| Flavonoid        | +          |
| Vitamin B1       | +          |
| Vitamin B3       | +          |
| Vitamin C        | +          |
| Asam karboksilat | +          |

**Tabel 3. Hasil kualitatif *Acetobacter sp.* pada teh kombucha**

| Jenis uji           | Hasil                  | Pustaka  | Keterangan |
|---------------------|------------------------|--|------------|
| Uji <i>katalase</i> | Terdapat gelembung gas | Terdapat gelembung gas menandakan adanya aktivitas dari mikroba tersebut menghasilkan enzim <i>katalase</i> (Nainggolan 2009). | +          |
| Pewarnaan gram      | Warna merah            | Sel jika berwarna merah maka termasuk dalam gram negatif (Nainggolan 2009).  | +          |

Tabel 2 tentang hasil identifikasi kandungan kimia teh kombucha yang dilakukan secara kualitatif menunjukkan bahwa teh kombucha mengandung vitamin B1, B3, vitamin C dan asam glukonat. Asam glukonat dilakukan uji identifikasi secara kualitatif oleh peneliti dengan mengetahui adanya kandungan asam karboksilat di dalam teh kombucha. Teh kombucha juga masih mengandung saponin, tanin dan flavonoid. Saponin dan tanin memberikan pengaruh terhadap DM melalui mekanisme yang berbeda. Menurut Prameswari dan Widjanarko (2014), saponin bekerja melalui mekanisme menghambat absorpsi glukosa. Tanin ini diketahui memicu metabolisme glukosa dengan meningkatkan sensitivitas jaringan terhadap insulin sehingga timbunan glukosa dalam darah dapat dihindari. Flavonoid secara umum mempunyai fungsi sebagai antioksidan alami.

Hewan uji memberikan respon yang berbeda terhadap teh kombucha. Adanya respon yang berbeda-beda, kemungkinan karena perbedaan kandungan zat aktif, dimana yang berpengaruh terhadap kadar glukosa adalah asam glukonat. Di dalam teh kombucha terdapat bakteri *Acetobacter sp.* yang mengubah glukosa menjadi aldehyd lalu membentuk asam karboksilat dan berubah menjadi asam asetat. Dari produk yang dihasilkan oleh bakteri tersebut, terjadi proses oksidasi dan menghasilkan asam glukonat (Simanjuntak dan Siahaan 2011). Telah dilakukan uji identifikasi secara kualitatif asam glukonat oleh peneliti. Dari hasil identifikasi diperoleh bahwa teh

kombucha fermentasi 12 hari terjadi warna coklat (warna teh) dan terdapat gelembung gas. Hal tersebut kemungkinan kandungan asam karboksilatnya sudah menurun karena sudah berubah menjadi asam glukonat, sehingga asam karboksilatnya sedikit dan asam glukonatnya banyak. Teh kombucha fermentasi 8 hari mempunyai warna merah pudar dan terdapat gelembung gas, kemungkinan kandungan asam karboksilatnya ada yang sudah berubah menjadi asam glukonat atau masih tetap menjadi asam karboksilat. Teh kombucha fermentasi 4 hari mempunyai warna kuning bening dan terdapat gelembung gas, kemungkinan masih banyak asam karboksilat yang belum berubah menjadi asam glukonat.

Pada minggu pertama pemberian teh fermentasi 4 dan 8 hari tidak menunjukkan beda secara signifikan meski ada penurunan kadar gula darah. Fermentasi 8 hari hanya memberikan beda nyata terhadap kelompok kontrol negatif dan fermentasi 12 hari. Teh kombucha fermentasi 12 hari memberikan pengaruh yang lebih efektif terhadap kadar gula darah daripada teh kombucha fermentasi 4 dan 8 hari. Namun teh kombucha fermentasi 12 hari dengan kontrol positif tidak jauh berbeda terhadap kadar gula darah. Pemberian teh kombucha selama 2 minggu didapat bahwa teh kombucha dengan fermentasi 12 hari tidak memberikan beda secara nyata dengan teh kombucha fermentasi 8 hari dan kelompok kontrol positif. Meski teh kombucha mempunyai kelemahan dalam proses pembuatannya, seperti

merebus air harus dengan tempat *stainless steel*, larutan teh manis ditaruh dalam tempat yang terbuat dalam kaca (Siregar 2003), ditutup dengan kain tetapi tidak boleh terlalu rapat, bau yang asam dan mempunyai rasa yang asam, tetapi cukup memberikan pengaruh terhadap kadar gula darah.

### KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan dapat diperoleh kesimpulan bahwa teh kombucha memberikan penurunan kadar glukosa darah secara nyata pada tikus putih jantan yang telah diinduksi aloksan. Fermentasi teh kombucha selama 12 hari tidak jauh berbeda dengan teh kombucha dengan fermentasi 8 hari dan kontrol positif dalam memberikan efek penurunan kadar glukosa darah pada tikus putih jantan yang telah diinduksi aloksan

### DAFTAR PUSTAKA

- Aditiwa P dan Kusnandi. 2003. Kultur campuran dan faktor lingkungan mikroorganisme yang berperan dalam fermentasi tea-cider. *Sains dan Tek* 35 A(2): 147-162.
- Badole SL, Patel NM, Thakurdesai PA, Bodhankar SL.. 2008. *Interaction of aqueous extract of Pleurotus pulmonarius* (Fr.) Quel-Champ. with glyburide in alloxan induced diabetic mice. *Evid Based Complement Alternat Med*. 5(2): 159–164. <http://www.jab.zsf.jcu.cz/5-3/badole.pdf>. [9 September 2013].
- Dashti MH, Morshedi A. 2000. A comparison between the effect of black tea and kombucha tea on blood glucose level in diabetic rat. *Sciences*. 13(2): 83-87. <http://www.medicaljournal-ias.org/Belgelerim/Belge/DashtiYINJSWGLI/Q65299.pdf>. [21 Mei 2013].
- [Depkes RI] Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1979. *Farmakope Indonesia*. Jilid III. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- [Depkes]. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1987. *Analisis Obat Tradisional*. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- [Depkes]. Departemen Kesehatan Republik Indonesia. 1995. *Farmakope Indonesia*. Edisi IV. Jakarta: Departemen Kesehatan Republik Indonesia.
- Dipiro JT, Talbert RL, Yee GC, Matzke GR, Wells BG, Posey LM. 2008. *Pharmacotherapy: A Pathophysiologic Approach*. Edisi ke-7. New York: McGraw – Hill Companies, Inc.
- Eberl L, Schulze R, Ammendola A, Geisenberger O, Erhart R, Sternberg C, Molin S, Amann R. 1997. Use of green fluorescent protein as a marker for ecology studies of activated sludge communities. *FEMS Microbiology Letters*. 149: 77-83.
- Fessenden dan Fessenden. 1997. *Kimia Organik*. Jilid II. Aloysius Hadyana Pudjaatmaka, Penerjemah; Jakarta: Erlangga. Terjemahan dari: *Organic Chemistry*.
- Kusumah AP. 2008. Pengaruh pemberian teh kombucha dosis bertingkat per oral terhadap gambaran histologi hepar mencit BALB/C [Karya Tulis Ilmiah]. Semarang: Fakultas Kedokteran Universitas Diponegoro. <http://www.eprints.Undip.ac.id/24314/1/Angga.pdf>. [22 Juli 2013]
- Lukitawati W. 2013. Pengaruh teh kombucha terhadap glukosa darah *Rattus norvegicus*. *Chemistry* 2: 119-124. <http://www.journal.unesa.ac.id/index.php/unesa-journal-of-chemistry/article/view/1322.pdf>. [16 April 2013]



- Nainggolan J. 2009. Kajian pertumbuhan bakteri *Acetobacter sp.* dalam kombucha-rosela merah (*Hibiscus sabdariffa*) pada kadar gula dan lama fermentasi yang berbeda. [Tesis]. Medan. Universitas Sumatra Utara.
- Prameswari OM, Widjanarko SM. 2014. Uji efek ekstrak air daun pandan wangi terhadap penurunan kadar glukosa darah pada histopatologi tikus diabetes mellitus. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 2(2): 16-27
- Ren J, Jin P, Wang E, Liu E, Harlan DM, Li X, Stroncek DF. 2007. Pancreatic cell therapy for type diabetes: understanding the effect of glucose stimulation on islet in order to produce better islet for transplantation. *J Transl Med*. 5(1): 1-15.
- Robinson T. 1995. *Kandungan Organik Tumbuhan Tingkat Tinggi*. Edisi 6 Padwaminta, penerjemah; Bandung: ITB Bandung. Terjemahan: *The Organic Constituents of Higher Plants*.
- Simanjuntak R, Siahaan N. 2011. Pengaruh Konsentrasi Gula dan Lama Fermentasi terhadap Mutu Teh Kombucha. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Tinggi*. 4(2): 81-92. [http://akademik.nommensen-id.org/porta/public\\_html/JURNAL/Jurnal\\_Rosnawata\\_Simanjuntak/Juridikti%20Edit.pdf](http://akademik.nommensen-id.org/porta/public_html/JURNAL/Jurnal_Rosnawata_Simanjuntak/Juridikti%20Edit.pdf). [20 Februari 2013].
- Siregar BA. 2003. Studi tentang Pengaruh Jenis dan Wadah Fermentasi pada Proses Pembuatan Teh Kombucha (Combucha Tea). [Skripsi]. Medan: THP FP-USU Library.