

PRODUKSI BIOETANOL DARI PATI SORGUM DENGAN VARIASI PENAMBAHAN *CORDYCEPS SINENSIS* DAN WAKTU FERMENTASI

Rizky Novriandi¹, Elvi Yenie², Sri Rezeki Muria³

¹Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia S1, ²Dosen Jurusan Teknik Lingkungan,

³Dosen Jurusan Teknik Kimia

Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Binawidya Km 12,5 Simpang Baru Panam, Pekanbaru 28293

¹E-mail: novriandi5@rocketmail.com

ABSTRACT

*Excessive human consumption and dependence on fossil fuels cause fuel reserves become depleted, while for the renewal takes thousands and even millions of years. To overcome fossil fuel dependency is carried sorghum starch conversion into bioethanol as a renewable energy. In this research, sorghum starch fermentation process using bacteria *Saccharomyces Cerevisiae* reviewed variations additions *Cordyceps sinensis* 0.5 g, 1 g, 1.5 g, and 2 g, to obtain bioethanol from sorghum starch with higher level. The purpose of this study to determine the effect of addition *Cordyceps Sinensis* variation conversion to bioethanol produced and determine the effect of variations in the fermentation time to conversion of bioethanol produced. Fermentation was conducted in 2 Liter fermentor with variations of fermentation time from 12, 24, 48, 72, until 96 hours, addition of *Cordyceps Sinensis* 0.5 g, 1 g, 1.5 g, and 2 g. *Cordyceps sinensis* role in improving the resilience microbial cells in the fermentation medium to produce bioethanol at higher level. The addition *Cordyceps Sinensis* can promote the growth microorganisms and fermentation activity. Sorghum starch fermentation process produce optimum conditions on addition *Cordyceps Sinensis* much as 1 gram and fermentation time of 96 hours with a bioethanol content of 2.124882% (v / v).*

Keywords: Bioethanol, Starch Sorghum, *Saccharomyces Cerevisiae*, *Cordyceps Sinensis*

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi pada saat ini semakin meningkat dengan meningkatnya jumlah pertumbuhan penduduk yang akan berakibat kepada perkembangan industri yang merupakan sektor pengkonsumsi energi tertinggi. Konsumsi manusia yang berlebih dan ketergantungannya pada bahan bakar fosil menyebabkan cadangan bahan bakar menjadi menipis, sedangkan untuk pembaharuannya diperlukan waktu ribuan bahkan jutaan tahun (Istantini dan Purnama, 2011). Salah satu alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak adalah bahan bakar yang berasal dari nabati. Bahan bakar dari nabati diharapkan dapat mengurangi terjadinya kelangkaan bahan bakar minyak dan pencemaran lingkungan, sehingga lebih ramah lingkungan (Assegaf, 2009). Salah satu contoh bahan bakar berbasis nabati adalah bioetanol.

Bioetanol merupakan sumber energi alternatif yang mempunyai beberapa kelebihan, diantaranya dapat diperbaharui dan ramah lingkungan karena emisi karbondioksida rendah (Jeon, 2007). Bioetanol bersumber dari gula sederhana, pati dan selulosa. Salah satu bahan baku bioetanol yang berpotensi adalah sorgum. Tanaman sorgum memiliki keunggulan tahan terhadap kekeringan dibandingkan jenis tanaman sereal lainnya. Tanaman ini mampu beradaptasi pada daerah yang luas di daerah yang beriklim tropis-kering sampai daerah yang beriklim basah. Sorgum sangat potensial ditanam di wilayah Provinsi Riau yang memiliki lahan marginal yang luas, yaitu 5,7 hektar atau 64% wilayah Riau merupakan lahan gambut (Pemerintah Provinsi Riau, 2011).

Penggunaan sorgum selain sebagai bahan baku bioetanol dan sebagai substitusi BBM, juga dapat menghemat devisa negara

dan membuka peluang kesempatan kerja dengan pemberdayaan masyarakat tani. Pemanfaatan sorgum selama ini berkisar sebagai pakan ternak dan hanya sebagian kecil digunakan untuk pangan. Sorgum merupakan tanaman dengan efisiensi yang tinggi yaitu mencapai produksi 56 juta ton biji di seluruh dunia pada tahun 2009 setelah jagung, gandum, padi dan *barley* (Serna-Saldívar et al., 2012). Setiap hektar sorgum manis dapat menghasilkan 3160 liter etanol dari seluruh komponen tanamannya, sedangkan dari biji setiap 1 ton menghasilkan 380 liter etanol (ICRISAT, 2006). Biji sorgum merupakan salah satu sumber karbohidrat yang penting. Karbohidrat dan serat yang terdapat pada biji-bijian sorgum sekitar 72% (Barcelos, 2011).

Potensi penggunaan tanaman sorgum untuk bahan baku bioetanol sangat besar karena bahan baku dapat diambil dari pati, nira, dan ampas dari sorgum (Suarni, 2012). Sorgum memiliki komposisi pati sebanyak 56-73%. Pati sorgum terdiri atas *amilosa* (20-30%) dan *amilopektin* (70-80%). Komposisi pati sorgum tersebut sangat berpotensi sebagai sumber bahan bakar nabati yaitu bioetanol. Sorgum dapat dikonversi menjadi bioetanol melalui proses fermentasi (Kunamneni dkk, 2005).

Pembuatan bioetanol dari biomassa telah dilakukan oleh beberapa peneliti seperti Pada penelitian Meldha (2012), melakukan penelitian bioetanol dengan bahan baku pati sorgum menggunakan *Pichia stipitis* serta hidrolisis menggunakan enzim *alpha-amilase* dan *glukoamilase* dengan variasi temperatur likuifikasi yaitu (75, 85, 95 dan 105)°C dan waktu fermentasi (12, 24, 48, dan 72) jam. Didapatkan bioetanol dengan konsentrasi 4 % pada temperatur likuifikasi 95°C dan waktu fermentasi 48 jam.

Azizah (2013), melakukan penelitian produksi bioetanol dari pati sorgum menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* dan enzim stargen 002, didapatkan bioetanol dengan konsentrasi bioetanol 6% pada waktu fermentasi 48 jam. Namun,

proses produksi bioetanol ini tidak menggunakan pemanasan, sehingga masih ada bagian pati yang sulit menyerap air. Berdasarkan penelitian diatas, *saccharomyces cerevisiae* lebih baik digunakan pada fermentasi untuk menghasilkan bioetanol dibandingkan *Pichia stipitis* dikarenakan *Saccharomyces cerevisiae* dapat memproduksi bioetanol dalam jumlah besar dan mempunyai toleransi terhadap alkohol yang tinggi.

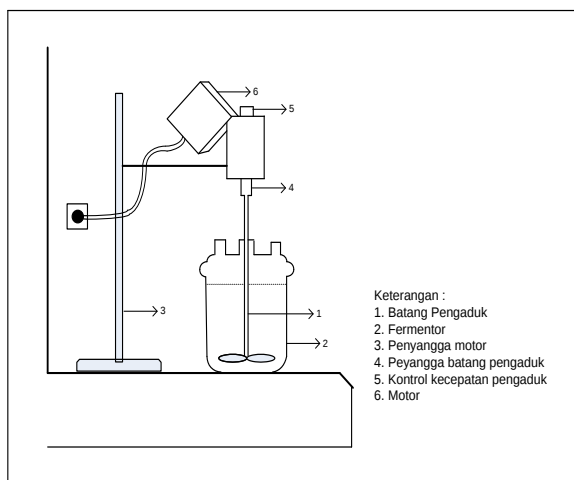
Rezky (2014) melakukan fermentasi nira nipah menjadi bioetanol menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*, dengan variasi tween 80 : Ergosterol yaitu 5 ml : 0,5 gr; 10 ml : 1 gr; 15 ml : 1,5 gr; dan 20 ml : 2,0 gr, di dapatkan konsentrasi bioetanol 20,47% pada variasi tween 80 : Ergosterol yaitu 10 ml : 1,0 gr. Tween 80 dapat mendukung migrasi senyawa nutrisi ke dalam sel dan menurunkan tegangan permukaan cairan di sekitar sel *Saccharomyces cerevisiae* sehingga media fermentasi yang kental tidak memberikan efek negatif pada sel. Sementara itu, Ergosterol memiliki komponen-komponen kimia yang dibutuhkan sebagai nutrisi bagi *Saccharomyces cerevisiae*.

2. Metodologi Penelitian

Pembuatan bioetanol dalam penelitian ini menggunakan bahan baku pati sorgum. Peralatan yang digunakan terdiri dari blender, ayakan, labu fermentor 2 liter, pengaduk, *autoclave*, *shaker*, *magnetic stirrer*, *hot plate*, inkubator, *vortex mixer*, *rotary evaporator*, spektrofotometer UV-Vis, pH meter, termometer, timbangan analitik, erlenmeyer, tabung reaksi, gelas ukur, labu ukur, pipet tetes, dan peralatan lainnya. Reaktor 2 liter dengan pengadukan yang digunakan saat penelitian dapat dilihat pada Gambar 2.1.

Untuk mencapai sasaran yang diinginkan maka penelitian ini dibagi dalam beberapa tahap meliputi persiapan bahan baku, persiapan Inokulum *yeast* (Stater), sterilisasi alat, gelatinasi, likuifikasi dan sakarifikasi, fermentasi, analisis hasil dan pengolahan data. Sebelum digunakan biji

sorgum dihaluskan terlebih dahulu. Penghalusan ini dapat meningkatkan luas permukaan. Peningkatan luas permukaan dapat meningkatkan kontak antara pati dengan air. Biji sorgum yang telah dihaluskan kemudian di ayak dengan ukuran pengayak 60-80 mesh. Ukuran yang seragam sangat penting karena menentukan efisiensi langkah keseluruhan. Partikel yang berukuran kecil diperlukan karena dapat menyerap air dengan baik dan gelatinasi menjadi mudah



Gambar 2.1. Rangkaian Alat Fermentasi

Tahap gelatinasi bertujuan untuk menghilangkan kandungan gelatin pada pati sorgum yang dapat menghambat kerja enzim. Setelah pati sorgum dihaluskan, maka dilanjutkan dengan tahap gelatinasi dimana pati sorgum sebanyak 120 gram dilarutkan dengan aquades sebanyak 1800 ml air, kemudian di panaskan pada suhu 90°C selama 15 menit. Setelah proses gelatinasi selesai, kemudian ditambahkan 0,72 gram $(\text{NH}_2)_2\text{CO}$ (Urea), 0,9 gram $\text{NH}_4\text{H}_2\text{PO}_4$ (NPK), 1,8 gram *yeast extract*. Selanjutnya medium di sterilisasi dengan *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit (Pelczar dan Chan, 2005).

Medium yang telah ditambahkan nutrisi dan sudah steril kemudian ditambahkan 0,36 gram CaCl_2 dan 0,03 gram enzim *alpha-amilase*, suhu dijaga 60°C dan pH 6 selama 1 jam, selama waktu ini terjadi proses liquifikasi untuk menghidrolisis pati menjadi glukosa dan dekstrin. Setelah liquifikasi selesai

dilanjutkan dengan sakarifikasi. Medium didinginkan hingga suhu 40°C, kondisi pH dijaga 4,6 kemudian ditambahkan 0,8 gram enzim *glukoamilase* dan didiamkan selama 1 jam. Pada proses ini sebagian pati yang belum terkonversi menjadi glukosa dihidrolisis dengan bantuan enzim *glukoamilase*. *Glukoamilase* juga membantu memecah dekstrin menjadi glukosa untuk selanjutnya difermentasi. Medium kemudian ditambahkan *cordyceps sinensis* dengan variasi penambahan *Cordyceps sinensis mycelium* yaitu 0,5 gram; 1 gram; 1,5 gram; dan 2,0 gram dengan waktu pengambilan sampel pada 12, 24, 48, 72 dan 96 jam.

Medium yang telah disakarifikasi ditambahkan inokulum steril, kemudian dilakukan proses fermentasi di dalam reaktor 2 liter dengan kecepatan pengadukan 350 rpm, pH 4,5 dan suhu 25°C-30 °C. Waktu fermentasi divariasikan pada 12, 24, 48, 72 dan 96 jam untuk mengamati pengaruh penambahan *cordyceps sinensis*, dan waktu terhadap bioetanol yang dihasilkan. Untuk setiap variasi, sampel diambil untuk di analisa konsentrasi gula substrat dengan menggunakan spektrofotometer dan analisa konsentrasi bioetanol dengan menggunakan *Gas Chromatography*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Konsentrasi Gula Awal dan Gula Sisa Hasil Fermentasi

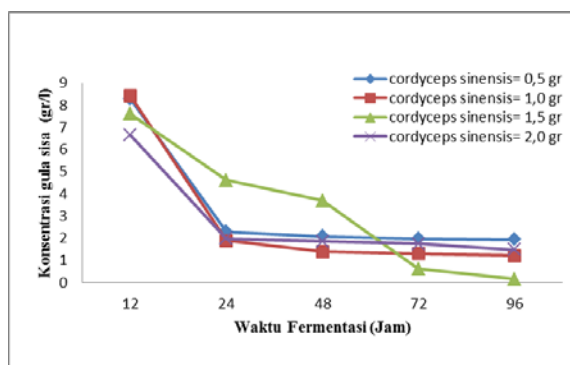
Berikut merupakan konsentrasi gula awal pati sorgum dengan menggunakan metode Nelson-Samogyi, pengukuran dilakukan dengan spektrofotometer sehingga didapatkan konsentrasi gula awal yang dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Berdasarkan Tabel 3.1 diketahui konsentrasi gula awal dari pati sorgum yang memiliki nilai berbeda disetiap sampel. Adapun dari hasil pengujian yang dilakukan diperoleh konsentrasi gula awal tertinggi pati sorgum pada penelitian ini sebanyak 38 gr/l pada penambahan *Cordyceps Sinensis* 1,5 gram, Adanya perbedaan konsentrasi gula awal dikarenakan proses fermentasi dilakukan pada waktu berbeda.

Tabel 3.1 Konsentrasi Gula Awal dari Pati Sorgum

Variabel	Konsentrasi (gr/l)
Cordyceps sinensis = 0,5 gr	35,2
Cordyceps sinensis = 1,0 gr	33,0667
Cordyceps sinensis = 1,5 gr	38
Cordyceps sinensis = 2,0 gr	32,8667

Setelah proses fermentasi selesai, dilakukan analisa terhadap konsentrasi gula sisa dengan metode Nelson-Somogyi. Konsentrasi gula sisa, gula yang habis selama proses pada masing-masing kondisi proses fermentasi ditunjukkan pada Gambar 3.1.



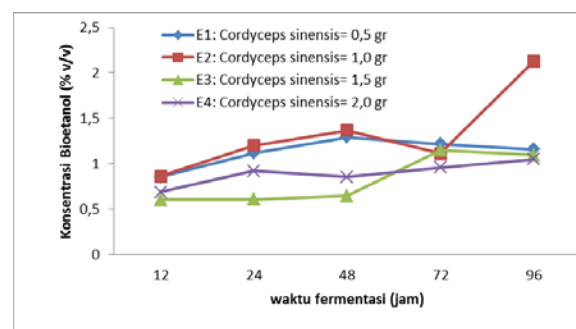
Gambar 3.1 Pengaruh waktu fermentasi dan variasi penambahan *Cordyceps sinensis* terhadap gula sisa fermentasi

Berdasarkan Gambar 3.1 dapat dilihat bahwa konsentrasi gula sisa menurun seiring dengan lamanya waktu fermentasi. Konsentrasi gula yang semakin menurun disebabkan karena gula yang tersedia setiap waktunya terkonversi menjadi bioetanol akibat dari aktivitas sel ragi dan juga digunakan untuk makanan sel ragi dalam mempertahankan hidupnya dan bereproduksi (Kurniawan et al, 2012). Selain diubah menjadi bioetanol, gula juga

diubah menjadi asam-asam organik meskipun dalam jumlah sedikit. *Cordyceps sinensis* berperan bagi metabolisme ragi, regulasi osmotik, penyerapan nutrisi, sekresi, biosintesis dinding sel, dan komponen utama membran plasma fungi dan khamir (Daecon, 1997).

3.2. Pengaruh Variasi Penambahan *Cordyceps Sinensis* dan Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Bioetanol

Konsentrasi bioetanol yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 3.2 berikut.



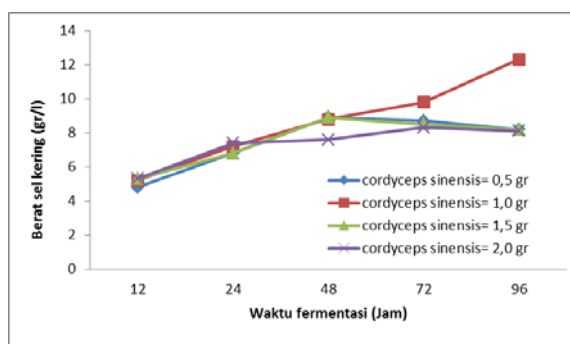
Gambar 3.2 Hubungan Variasi Penambahan *Cordyceps sinensis* dan Waktu Fermentasi Terhadap Konsentrasi Bioetanol

Berdasarkan Gambar 3.2 dapat dilihat bahwa konsentrasi bioetanol tertinggi terjadi pada waktu fermentasi 96 jam dengan penambahan *Cordyceps sinensis* sebanyak 1,0 gram diperoleh konsentrasi bioetanol sebesar 2,124882 %(v/v). Pada E1 di dapatkan konsentrasi bioetanol tertinggi pada waktu fermentasi 48 jam, E3 pada waktu fermentasi 72 jam dan E4 pada waktu fermentasi 96 jam dengan konsentrasi bioetanol masing-masing adalah 1,294153%, 1,150881%, dan 1,052582%. Adanya penurunan konsentrasi bioetanol disebabkan karena bioetanol yang dihasilkan terkonversi menjadi asam-asam organik seperti asam asetat, asam cuka dan ester (Purwoko, 2007). Berdasarkan pernyataan Draphco et al. (2008) bioetanol merupakan hasil perombakan gula dari proses glikolisis yang dilakukan oleh *Saccharomyces cerevisiae*.

Pada Gambar 3.2 dapat dilihat bahwa pada waktu fermentasi 72 jam dengan penambahan *Cordyceps sinensis* sebanyak 1,0 gram konsentrasi bioetanol menurun. Seharusnya konsentrasi bioetanol meningkat setelah waktu fermentasi 48 jam dengan penambahan *Cordyceps sinensis* sebanyak 1,0 gram. Hal ini dapat disebabkan oleh inhibitor yang dapat menghambat proses fermentasi. Jika dilihat pada berat sel kering mikroba pada penambahan *Cordyceps sinensis* sebanyak 1,0 gram, pertumbuhan mikroba terus meningkat hingga kondisi optimumnya dan mikroba belum terjadi fasa kematian yang disebabkan oleh berkurangnya nutrisi sehingga tidak mencukupi kebutuhan mikroba.

3.3. Pengaruh Variasi Penambahan *Cordyceps sinensis* dan Waktu Fermentasi Terhadap Berat Sel Kering *Saccharomyces Cerevisiae*

Perhitungan berat sel kering dilakukan untuk mengetahui ketahanan sel bebas secara *batch* dan untuk melihat seberapa besar pengaruhnya terhadap bioetanol yang dihasilkan. Namun hal ini juga harus sebanding dengan nutrisi yang ada selama proses fermentasi. Pengaruh lama proses fermentasi terhadap berat sel kering dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3 Hubungan Variasi penambahan *Cordyceps sinensis* dan Waktu Fermentasi terhadap Berat Sel Kering *Saccharomyces Cerevisiae*

Dari Gambar 3.3 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu fermentasi maka jumlah sel mikroba akan semakin

meningkat hingga mencapai kondisi optimumnya. Di akhir fermentasi jumlah sel mati meningkat, hal ini disebabkan oleh berkurangnya nutrisi yang tersedia pada medium fermentasi. Pada variasi penambahan *Cordyceps sinensis* 1,0 gram, fasa kematian belum terjadi karena masih terdapat nutrisi pada medium. Penambahan *Cordyceps sinensis* dapat meningkatkan pertumbuhan sel mikroba *Saccharomyces cerevisiae*, penyerapan nutrisi, sekresi, biosintesis dinding sel dan komponen utama membran plasma fungi dan khamir (Daecon, 1997).

4. Kesimpulan

Cordyceps sinensis berpengaruh terhadap aktivitas *saccharomyces cereviceae* dalam mengkonversi pati sorgum menjadi bioetanol. Kondisi terbaik dari fermentasi pati sorgum ini adalah pada variabel penambahan *Cordyceps sinensis mycelium* 1 gram serta waktu fermentasi 96 jam dengan perolehan konsentrasi bioetanol sebesar 2,124882 %(v/v).

Daftar Pustaka

- Assegaf, F., 2009, Prospek Produksi Bioetanol Bonggol Pisang (*Musa Paradisiacal*) Menggunakan Metode Hidrolisis Asam dan Enzimatis, Skripsi, Universitas Jenderal Soedirman.
- Azizah, 2013, Variasi Konsentrasi Subtrat Pati Sorgum Menjadi Bioetanol dengan Proses Sakarifikasi dan Fermentasi Serentak Menggunakan StargenTM 002, Skripsi Sarjana, Teknik Kimia, Universitas Riau, Pekanbaru
- Barcelos, C., A., R. N. Maeda, G. J. V. Betancur and N. Pereira Jr. 2011. *Ethanol Production From Sorghum Grains [Sorghum Bicolor (L.) Moench]: Evaluation Of The Enzymatic Hydrolysis And The Hydrolysate Fermentability*. Brazilian Journal of

- Chemical Engineering. ISSN 0104-6632. Vol. 28, No. 04, pp. 597 – 604.
- Daecon, J. W. 1997. *Modern Mycology*. Blackwell Scientific Publitions. London.
- Draphco, C.M., N.P. Nhuan., and T.H. Walker. 2008. *Biofuels Engineering Process Technology*. The McGraw-Hill Companies, Inc. USA.
- International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics. 2006. *Sweet sorghum : Food, Feed, Fodder and Fuel Crop*. <http://www.icrisat.org/Biopower/BVSReddyetalSweetSorghumBrochureJan2007.pdf>. Diakses 28 Agustus 2015.
- Istantini, A., dan Purnama, A., 2011, Sagu Sebagai Alternatif Bioetanol Untuk Menjawab Isu Krisis Energi di Masa Mendatang, PKM-GT, Institut Pertanian Bogor.
- Jeon, Bo Young, 2007, *Development of a Serial Bioreactor System for Direct Ethanol Production from Starch Using Aspergillus niger and Saccharomyces cerevisiae*, Biotechnology and Bioprocess Engineering, Vol. 12, pp. 566-573.
- Kunamneni, A.: Permaul, K: Singh, S. 2005. *Amylase production in solid state fermentation by the thermophilic fungus Thermomyces lanuginosus*, journal of Bioscience and Bioengineering, Vol. 100(2), Hal 168-171
- Kurniawan,R., S. Juhand., Melati Septiyanti., Yufithia Resgiaty. 2012. *Produksi Etanol Secara Continue dengan Sel Tertambat Menggunakan Bioreactor Tower Fluidized Bed*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan 2012. ISSN: 1693-4393.
- Meldha, Z. 2012. *Produksi Bioetanol Dari Pati Sorgum Dengan Proses Sakarifikasi Dan Fermentasi Serentak Dengan Variasi Temperatur Liquefikasi*. Skripsi. Universitas Riau.
- Pelczar, M. J., and E.C.S. Chan. 2005. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jilid 2. Jakarta: UI-press
- Pemerintah provinsi riau. 2011. *Profil: Konservasi Sumberdaya Alam dan Keanekaragaman Hayati Riau*. Riau: Badan Lingkungan Hidup.
- Purwoko, T. 2007. *Fisiologi Mikroba*. Jakarta : Bumi Aksara.
- Rezky, M. 2014. *Pembuatan Bioetanol dari Nira Nipah dengan Penambahan Tween 80 dan Ergosterol pada Proses Fermentasi Menggunakan Saccharomyces cereviceae*. Skripsi. Universitas Riau.
- Serna-Saldívar, S. O., C. Chuck-Hernández, E. Pérez-Carrillo and E. Heredia-Olea. 2012. *Sorghum as a Multifunctional Crop for the Production of Fuel Ethanol: Current Status and Future Trends*, *Bioethanol*. Prof. Marco Aurelio Pinheiro Lima (Ed.). ISBN: 978-953-51-0008-9, InTech.
- Suarni dan I.U. Firmansyah. 2012. *Struktur, Komposisi Nutrisi dan Teknologi Pengolahan Sorgum*. Makassar: Pustaka Balai Tanaman Serealia Departemen Pertanian.