

PENGARUH DOSIS RAGI DAN LAMA FERMENTASI BATANG *SWEET*

***SORGHUM* (*Sorghum bicolor L*) VARIETAS NUMBU UMUR 60**

HARI TERHADAP KUALITAS BIOETANOL

NASKAH PUBLIKASI

Untuk Memenuhi Sebagian Persyaratan

Guna Mencapai Derajat Sarjana S-I

Program Studi Biologi



Diajukan Oleh :

KOKO TRIYONO

A 420 070 140

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2012

HALAMAN PENGESAHAN

Publikasi ilmiah dengan judul :

PENGARUH DOSIS RAGI DAN LAMA FERMENTASI BATANG *SWEET*

***SORGHUM* (*Sorghum bicolor L*) VARIETAS NUMBU UMUR 60 HARI**

TERHADAP KUALITAS BIOETANOL


Yang dipersiapkan dan disusun oleh :

Koko Triyono
A420 070 140


Telah disetujui pada :

Hari :
Tanggal :

Pembimbing I


Bowo Sugiharto, S.Pd., M.Pd
NIP. 19760125 200501 1 001

Pembimbing II


Dra. Titik Suryani, M.Sc
NIP. 05111046402

Publikasi ilmiah ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar sarjana

Tanggal

Mengetahui,

Ketua Program Studi
Pendidikan Biologi


Dra. Suparti, M.Si
NIP. 131683035

**PENGARUH DOSIS RAGI DAN LAMA FERMENTASI BATANG SWEET
SORGHUM (*Sorghum bicolor L*) VARIETAS NUMBU UMUR 60 HARI
TERHADAP KUALITAS BIOETANOL**

Triyono, Koko

Jurusan Pendidikan Biologi FKIP UMS

Abstrak : Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dosis ragi dan lama fermentasi serta interaksi antara keduanya terhadap kualitas bioetanol dari batang sweet sorghum varietas numbu umur 60 hari. Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode eksperimen pola Rancangan Acak Lengkap dua faktor perlakuan yaitu konsentrasi ragi (0,50gr, 0,70gr) dan lama waktu fermentasi (2,3,4 hari) dengan empat kali ulangan. Data dianalisis menggunakan Anova Dua Jalur dengan bantuan program komputer SPSS.15 dengan taraf signifikansi 5% untuk mengetahui nilai F dan nilai Probabilitas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lama fermentasi, dosis ragi dan interaksi tidak berpengaruh nyata terhadap kualitas bioetanol dari batang *sweet sorghum* varietas numbu umur 60 hari. Kadar etanol tertinggi 5,98% pada waktu fermentasi 2 hari dengan dosis ragi 0,70gr. Kadar etanol terendah 5,31% pada waktu fermentasi 2 hari dengan dosis ragi 0,50gr.

Kata kunci : *Batang sweet sorghum varietas numbu, Ragi, Fermentasi, Bioetanol*

PENDAHULUAN

Bahan Bakar Minyak (BBM) digunakan sebagai bioenergi. Selain dalam negeri semakin berkurang, merupakan solusi menghadapi bahkan di beberapa tempat terpencil kelangkaan energi fosil masa mengalami kelangkaan pasokan. Oleh mendatang, bioenergi bersifat ramah karena itu sudah saatnya Indonesia lingkungan, dapat diperbaruhi mencari alternatif lain, sumber energi (*renewable*), serta terjangkau fosil yang sifatnya tidak terbarukan masyarakat (Hambali dkk, 2007).

Beralih ke sumber energi berbahan Bahan baku pembuatan baku nabati yang sifatnya terbarukan. bioetanol ini di bagi menjadi tiga Sebagai negara agraris dan tropis, kelompok yaitu: bahan sukrosa (nira, Indonesia telah dianugrahi kekayaan tebu, nira nipah, nira sargum manis, alam yang melimpah yang dapat nira kelapa, nira aren, dan sari buah

mete), bahan berpati (bahan yang mengandung pati atau karbohidrat seperti tepung ubi, tepung ubi ganyong, sorgum biji, jagung, cantel, sagu, ubi kayu, ubi jalar, dan lain-lain, dan bahan berselulosa/lignoselulosa (tanaman yang mengandung selulosa /serat seperti kayu, jerami, batang pisang, dan lain-lain. Dari ketiga jenis bahan baku tersebut, bahan berselulosa merupakan bahan yang jarang digunakan dan cukup sulit untuk dilakukan. Hal ini karena adanya lignin yang sulit dicerna sehingga proses pembentukan glukosa menjadi lebih sulit dan sedikit (Anonim, 2007).

Menurut Rama Prihandana (2007), Bioetanol adalah ethanol yang diperoleh dari proses fermentasi bahan baku yang mengandung pati atau gula seperti singkong dan tetes tebu. Bahan bakar nabati (BBN) ini digunakan sebagai pengganti premium (gasoline). Ethanol yang dapat digunakan sebagai bahan bakar nabati adalah alkohol murni yang bebas air (*Anhydrous alcohol*) dan berkadar lebih dari 99,5 % atau disebut dengan *Fuel Grade Ethanol* (FGE). Campuran premium menghasilkan emisi gas buang yang lebih ramah terhadap lingkungan

karena oksigennya dapat meningkatkan efisiensi pembakaran.

Tinggi rendahnya alkohol ditentukan oleh aktivitas akhamir dengan substrat gula yang terfermentasi. Menurut Fessenden dan Fessenden (1997), dari satu molekul glukosa akan terbentuk dua molekul alkohol dan karbondioksida. Namun konsentrasi glukosa yang terlalu tinggi akan menghambat pembentukan alkohol, sebab glukosa dengan kadar yang tinggi menyebabkan pertumbuhan khamir terhambat sehingga kadar alkohol yang dihasilkan sedikit.

Berdasarkan hasil penelitian Ariani (2007), bahwa konsentrasi ragi dan lama fermentasi berpengaruh terhadap kadar alkohol dan glukosa tape biji nangka (*Artocarpus integra*). Kadar alkohol dan glukosa dihasilkan paling tinggi pada fermentasi selama 4 hari dengan konsentrasi ragi 3g/0,5kg biji nangka. Hal tersebut dapat disebabkan karena produsen utama alkohol adalah ragi, sehingga banyak konsentrasi ragi yang diberikan dan lama fermentasi maka semakin tinggi pula kadar alkohol yang dihasilkan.

Menurut sofyadi (2011) tanaman sorgum sudah dapat dipanen

pada umur 3-4 bulan tergantung varietas. Pada varietas numbu sudah dapat dipanen pada umur 100-105 hari. Penentuan saat panen sorgum dapat dilakukan dengan berpedoman pada umur setelah biji terbentuk atau dengan melihat ciri-ciri visual biji. Pemanenan juga dapat dilakukan setelah terlihat ciri-ciri daun-daun berwarna kuning dan mengering, biji-biji bernas dan keras serta berkadar tepung maksimal.

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan waktu penelitian

1. Tempat Penelitian

Penelitian dilaksanakan di laboratorium Farmasi UMS dan di laboratorium Pusat MIPA UNS.

2. Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan April-Agustus 2011.

B. Alat dan Bahan Penelitian

1. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi: timbangan analitik. Timbangan kasar, toples, karet, baskom, sendok, pisau, kompor, panci, label, penyaring, plastik, pipet, gelas ukur, spektrofotometer, erlenmeyer, waterbath,

seperangkat alat destilasi, dan tiang spatias, GC MS, alat inject.

2. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: batang *Sweet sorghum*, Yeast atau fermipan, NPK, Urea, Gula.

C. Metode Pengumpulan Data

1. Metode eksperimen

Metode eksperimen dilakukan dengan melaksanakan penelitian sendiri, secara langsung dapat memperoleh hasil yang jelas tentang pengaruh waktu fermentasi yang menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* dengan dosis fermipan yang berbeda terhadap kadar bioethanol hasil fermentasi batang *Sweet sorghum* varietas Numbu umur 60 hari.

2. Metode Observasi

Adalah metode untuk memperoleh data secara langsung dengan jelas pencatatan selama percobaan. Tujuan utama untuk melihat dan mengamati hasil percobaan.

3. Metode Kepustakaan

Adalah metode dengan bantuan program komputer SPSS.15 membaca buku yang dapat untuk mengetahui nilai F dan nilai mendukung dan ada probabilitas. hubungannya dengan penelitian dari sumber yang dikutip baik langsung maupun tidak langsung, penulis menggunakan buku, karya ilmiah dan lain sebagainya refrensi dan literatur yang menunjang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

HASIL

A. Hasil

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan tentang kualitas bioetanol dari batang *Sweet sorghum* dengan perlakuan lama fermentasi dan dosis ragi yang berbeda, data dapat disajikan sebagai berikut:

D. Metode Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh dosis ragi dan lama fermentasi batang *sweet sorghum* varietas numbu umur 60 hari terhadap kualitas bioetanol, analisis ini menggunakan metode Anova Dua Jalur dengan menggunakan

Tabel 4.1 Data Pengamatan Volume Nira *Sweet sorghum* Setelah Difermentasi dan Hasil Destilasi.

| No. | Perlakuan | Volume nira <i>Sweet sorghum</i> Hasil fermentasi (ml) | | | | | Volume nira <i>Sweet sorghum</i> Hasil destilasi pada suhu 60°C (ml) | | | | |
|-----|-----------|--|----|-----|----|----------------|--|-------|-------|-------|-------------|
| | | Ulangan | | | | Rata-rata (ml) | Ulangan | | | | Jumlah (ml) |
| | | I | II | III | IV | | I | II | III | VI | |
| 1. | W1D1 | 80 | 86 | 90 | 85 | 85,25 | 41,5 | 41,5 | 41,5 | 41,5 | 166 |
| 2. | W1D2 | 85 | 88 | 95 | 90 | 89,5 | 41 | 41 | 41 | 41 | 164 |
| 3. | W2D1 | 86 | 90 | 96 | 98 | 92,5 | 41,25 | 41,25 | 41,25 | 41,25 | 165 |
| 4. | W2D2 | 89 | 95 | 96 | 98 | 94,5 | 43,75 | 43,75 | 43,75 | 43,75 | 175 |
| 5. | W3D1 | 90 | 93 | 94 | 95 | 93 | 40,5 | 40,5 | 40,5 | 40,5 | 162 |
| 6. | W3D2 | 89 | 80 | 90 | 80 | 84,75 | 40,25 | 40,25 | 40,25 | 40,25 | 161 |

Tabel 4.2 Kadar Etanol Setelah GC-MS.

| Perlakuan | ULANGAN (%) | | Jumlah (%) | Rata-rata (%) |
|-----------|-------------|------|------------|---------------|
| | I | II | | |
| W1D1 | 5,61 | 5,01 | 10,62 | 5,31* |
| W1D2 | 6,09 | 5,88 | 11,97 | 5,98** |
| W2D1 | 5,47 | 5,62 | 11,09 | 5,55 |
| W2D2 | 5,41 | 5,82 | 11,23 | 5,62 |
| W3D1 | 5,81 | 5,60 | 11,41 | 5,70 |
| W3D2 | 5,73 | 5,71 | 11,44 | 5,72 |

* kadar etanol terendah

**kadar etanol tertinggi

Keterangan :

1. W1D1 = Lama fermentasi 2 hari dengan dosis ragi 0,50 gr.
2. W1D2 = Lama fermentasi 2 hari dengan dosis ragi 0,70 gr.
3. W2D1 = Lama fermentasi 3 hari dengan dosis ragi 0,50 gr.
4. W2D2 = Lama fermentasi 3 hari dengan dosis ragi 0,70 gr.
5. W3D1 = Lama fermentasi 4 hari dengan dosis ragi 0,50 gr.
6. W3D2 = Lama fermentasi 4 hari dengan dosis ragi 0,70 gr.

Setelah data dianalisis dengan uji analisis varians anova dua jalur dengan menggunakan bantuan program komputer yaitu SPSS.15.

Tabel 4.3 Hasil Uji anova Dua Jalur dengan Menggunakan Bantuan SPSS.15.

Dependent Variable: Kadar bioetanol

| Source | Type III Sum of Squares | Df | Mean Square | F | Sig. |
|--------------------|-------------------------|----|-------------|----------|------|
| Corrected Model | .496(a) | 5 | .099 | 1.862 | .235 |
| Intercept | 382.618 | 1 | 382.618 | 7183.069 | .000 |
| Fermentasi | .035 | 2 | .018 | .330 | .731 |
| Dosis | .193 | 1 | .193 | 3.615 | .106 |
| Fermentasi * Dosis | .268 | 2 | .134 | 2.518 | .161 |
| Error | .320 | 6 | .053 | | |
| Total | 383.434 | 12 | | | |
| Corrected Total | .815 | 11 | | | |

a R Squared = .608 (Adjusted R Squared = .281)

Keputusan uji anova dua jalur adalah:

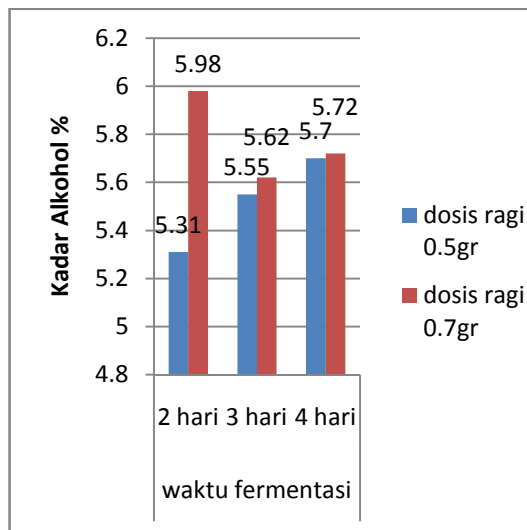
1. Nilai probabilitas fermentasi $> 0,05$ ($0,731 > 0,05$) maka H_0 diterima, yang berarti tidak ada pengaruh yang signifikan terhadap penggunaan lama fermentasi dengan kadar etanol yang didapat.
2. Nilai probabilitas dosis ragi $> 0,05$ ($0,106 > 0,05$) maka H_0 diterima, yang berarti tidak ada pengaruh yang signifikan terhadap penggunaan dosis ragi dengan kadar etanol yang didapat.
3. Nilai probabilitas interaksi $> 0,05$ ($0,161 > 0,05$) maka H_0 diterima, yang berarti tidak ada pengaruh yang signifikan terhadap penggunaan lama fermentasi dan pemberian dosis ragi dengan kadar etanol yang didapat.

Karena pada interaksi tidak menunjukkan adanya pengaruh, maka tidak dilanjutkan pada analisis lanjut.

PEMBAHASAN

Berdasarkan pengujian yang dilakukan terhadap kadar alkohol pada hasil fermentasi nira batang *Sweet sorghum* dengan penambahan dosis ragi dan waktu fermentasi yang berbeda, menunjukkan bahwa ada perbedaan kadar alkohol pada fermentasi 2, 3 dan 4 hari. Hasil penelitian pada tabel 4.2 menunjukkan bahwa kadar alkohol tertinggi terdapat pada perlakuan W_1D_2 lama fermentasi 2 hari dengan dosis ragi 0,70gr dengan kadar alkohol mencapai 5,98%. Hal ini disebabkan selama proses fermentasi berlangsung, terjadi perubahan biokimiawi akibat aktivitas mikroba tape, yaitu perubahan kadar gula, kadar air dan jumlah mikroorganisme karena pengaruh dari ragi (Astawan, 2004). Sedangkan kadar alkohol terendah terdapat pada W_1D_1 lama fermentasi 2 hari dengan dosis ragi 0,50gr dengan kadar alkohol mencapai 5,31%.

Berdasarkan hasil penelitian tersebut dapat disajikan dalam Gambar 4.4:



Gambar 4.4 Grafik Kadar Alkohol Hasil Fermentasi Nira Batang *Sweet sorghum*.

Dari Gambar 4.4 dapat diketahui bahwa kadar etanol tertinggi pada dosis ragi 0,70gr dengan lama fermentasi 2 hari yaitu sebesar 5,98%, sedangkan kadar etanol terendah dari dosis ragi 0,70gr terjadi pada lama fermentasi 3 hari yaitu sebesar 5,62%. Dari grafik 4.4 menunjukkan bahwa dengan penambahan dosis ragi maka kadar etanol akan meningkat. Menurut Schlegal (1994), semakin tinggi konsentrasi ragi yang diberikan pada bahan pembuatan tape maka semakin tinggi pula kadar etanol yang dihasilkan. Hal tersebut terjadi karena produsen utama dalam suatu fermentasi adalah *Saccharomyces cerevisiae*. Sedangkan pada dosis ragi 0,50gr

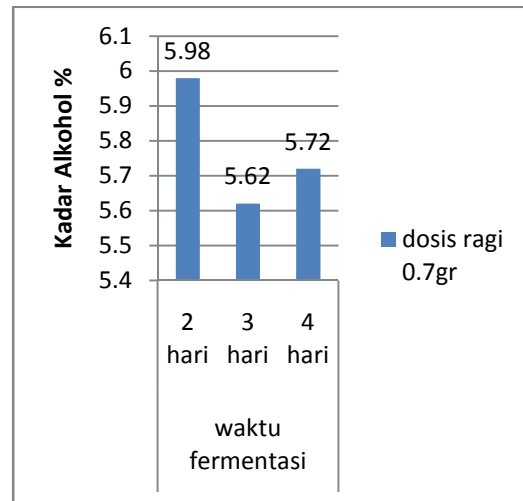
kadar etanol tertinggi diperoleh pada lama fermentasi 4 hari yaitu 5,72%, untuk kadar etanol terendah dari dosis ragi 0,50gr terjadi pada lama fermentasi 2 hari yaitu sebesar 5,31%. Hal ini dikarenakan jumlah ragi yang digunakan harus tepat karena jika ragi yang digunakan untuk mengkonversi glukosa menjadi alkohol sedikit maka kemampuan ragi untuk fermentasi menjadi berkurang. Jika ragi yang digunakan berlebihan akan menghambat proses fermentasi akan terjadi fase pertumbuhan lag (lambat). Disamping itu terjadi perubahan biomasa. Penambahan biomasa ini dimungkinkan karena botol untuk fermentasi tidak tertutup rapat jadi udara masuk ke dalam botol dan mengakibatkan pertumbuhan biomasa yang mengakibatkan berkurangnya kadar alkohol. Fermentasi harus dalam keadaan anaerob sehingga biomasa tidak bertambah tetapi mengkonversi glukosa menjadi etanol. Dapat juga penurunan tersebut diakibatkan karena perubahan alkohol menjadi senyawa lain (senyawa asam) (Ratna, 2004).

Berdasarkan kadar alkoholnya etanol terbagi menjadi tiga grade sebagai berikut:

- a) Grade industri dengan kadar alkohol 90%-94%.
- b) Netral dengan kadar alkohol 96%-99,5% umumnya digunakan minuman keras atau bahan baku farmasi.
- c) Grade bahan bakar dengan kadar alkohol diatas 99,5% (Hambali, 2007).

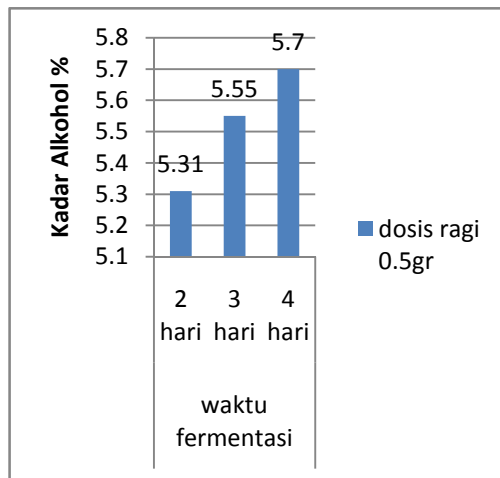
Bioetanol dengan kadar 95-99% dapat dipakai sebagai bahan substitusi premium (bensin), sedangkan kadar 40% dipakai sebagai bahan substitusi minyak tanah (Nurianti, 2007).

Dengan demikian kadar bioetanol yang dihasilkan dengan substrat batang *sweet sorghum* secara fermentasi termasuk etanol dalam kadar yang rendah, hal ini sesuai dengan penelitian Pratama (2009), bioetanol hasil fermentasi memiliki tingkat kemurnian yang rendah yaitu sekitar 5-20%.



Gambar 4.5 Grafik Kadar Etanol untuk Dosis Ragi 0,7gr.

Dari Grafik 4.5 menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi yang diberikan semakin kecil kadar etanolnya yang dihasilkan. Kandungan etanol tertinggi diperoleh dari lama fermentasi 2 hari yaitu sebesar 5,98%, sementara pada lama fermentasi 3 hari diperoleh kadar etanol sebesar 5.62%, pada fermentasi yang terakhir dari dosis ragi 0,70gr yaitu selama 4 hari menunjukkan kenaikan sedikit yaitu 5.72% tetapi masih jauh dibawah dari hasil lama fermentasi 2hari.



Gambar 4.6 Grafik Kadar Etanol untuk Dosis Ragi 0,5gr.

Dari Grafik 4.6 menunjukkan bahwa semakin lama fermentasi yang diberikan maka akan semakin tinggi pula kadar etanol yang didapat. Adapun etanol yang tertinggi 5,7% dengan lama fermentasi 4 hari, sedangkan pada lama fermentasi 3 hari didapat kandungan etanol sebesar 5,55% dan yang terakhir dari dosis ragi 0,5gr pada lama fermentasi yang diberikan yaitu 2 hari menunjukkan hasil kadar etanol sebesar 5,31%.

Untuk mengetahui hasil penelitian signifikan atau tidak signifikan, maka diadakan uji anova dua jalur dengan bantuan program komputer yaitu SPSS.15. Berdasarkan uji anova dua jalur dengan taraf signifikan 5% pada Tabel 4.3 menunjukkan bahwa pemberian lama

fermentasi dan dosis ragi yang berbeda serta interaksi antara lama fermentasi dengan dosis ragi adalah tidak signifikan. Hal ini berarti ketiga faktor ini tidak ada pengaruh terhadap kadar etanol batang *sweet sorghum*.

Perbedaan kadar bioetanol sangat berkaitan dengan kinetika sel ragi yang diinginkan untuk memfermentasi bahan, sedangkan pertumbuhan dari sel ragi/khamir itu sendiri juga dipengaruhi oleh media dan kondisi media, pemilihan khamir, nutrien, kandungan gula, keasaman (pH), oksigen dan suhu. Adapun suhu yang optimum pada fermentasi bioetanol adalah kisaran antara 26°C-28°C, di atas 30°C produktivitasnya menjadi menurun (Budiyanto, 2002).

Semakin tinggi kadar gula terlarut maka semakin tinggi pula kadar alkohol yang dihasilkan, karena semakin banyak gula yang harus diubah menjadi alkohol oleh khamir. semakin lama fermentasi kadar glukosa semakin rendah dan kadar alkoholnya semakin tinggi. Keadaan seperti ini terjadi karena selama fermentasi glukosa yang terdapat dalam substrat (bahan) akan diubah oleh enzim zimase menjadi alkohol (Gumbiro, 1987).

Suhu yang digunakan selama proses fermentasi akan mempengaruhi mikroba yang berperan dalam proses fermentasi. Suhu yang baik untuk fermentasi maksimum adalah 30°C. Makin rendah suhu fermentasi makin banyak alkohol yang dihasilkan, karena pada suhu rendah fermentasi akan lebih kompleks dan kehilangan alkohol yang dibawa gas CO₂ akan lebih sedikit, pada suhu yang tinggi akan mematikan mikroba dan menghentikan proses fermentasi (Desrosier, 1988).

Adapun faktor lain yang menghambat pertumbuhan khamir adalah kebersihan media, alat dan cara pengolahan fermentasi. Hal tersebut didukung oleh Heyne (1987), bahwa pencampuran ragi harus dilakukan dengan sendok kayu. Oleh karena itu jika tersentuh tangan akan menjadi masam dan berwarna kemerah-merahan.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dalam penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Tidak ada pengaruh dosis ragi terhadap kualitas bioetanol dari batang *sweet sorghum* varietas numbu umur 60 hari.
2. Tidak ada pengaruh lama fermentasi terhadap kualitas bioetanol dari batang *sweet sorghum* varietas numbu umur 60 hari.
3. Tidak terjadi interaksi antara dosis ragi dan lama waktu fermentasi terhadap kualitas bioetanol dari batang *sweet sorghum* varietas numbu umur 60 hari.

B. SARAN

Berdasarkan kesimpulan di atas, dapat diberikan saran sebagai berikut:

1. Perlu adanya sosialisasi tentang pemanfaatan nira batang *Sweet sorghum* sebagai bahan bakar pengganti di masa depan.
2. Perlu diadakan penelitian lebih lanjut tentang fermentasi alkohol dengan metode dan penambahan inokulum yang berbeda agar lebih mendapatkan hasil yang optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 2007. *Pelatihan Produksi Bio-Ethanol*. Bogor: Gusmailina.
- Ariani, D. 2007. *Pengaruh lama Pemeraman dan Konsentrasi Ragi terhadap Kadar Glukosa dan Alkohol Tape Biji Nangka (Artocarpus integra)*. Skripsi FKIP jurusan Biologi. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Astawan, M. 2004. *Tetap Sehat Dengan Produk Makanan Olahan*. Surakarta: PT. Tiga Serangkai.
- Budiyanto, Agus. 2002. *Mikrobiologi Terapan*, Malang: UMM.
- Desrosier, N. W. 1988. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Terjemahan Muchfi Mulyoharjo. Jakarta : UI Press.
- Fessenden dan Fessenden. 1991. *Kimia Organik Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Gumbiro. Said. 1987. *Bio Industri Penerapan Teknologi Fermentasi*. Jakarta: Mediatama Putra.
- Hambali, E., S. Mujdalipah, A. H. Tambunan, A. W. Pattiwiri, dan R. Hendroko. 2007. *Teknologi Bioenergi*. Jakarta : Agromedia.
- Hayne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia*. Jilid I. Jakarta: Yayasan Sasaran Wina Jaya.
- Nurianti, Y. 2007. *Pasok Langsung ke Pertamina*. <http://www.trubus-online.com> (14 juni 2012).
- Ratnaningsih. 2004. Efektivitas Fermentasi Tebu (Molase) Dengan *Saccaromyces Cerevisiae*. *Skripsi*. Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan. Jurusan Biologi. Surakarta: UMS.
- Schlegel, H, G. 1994. *Mikrobiologi Umum*. Yogyakarta: Gama University Press.
- Sofyadi, Edy. 2011. *Aspek Budidaya, Prospek, Kendala, dan Solusi Pengembangan Sorgum di Indonesia*. <http://edysof.wordpress.com>. (12 Juni 2011).