

UJI KUALITAS DAN KUANTITAS PRODUKSI BIOETHANOL BATANG TANAMAN SWEET SORGHUM VARIETAS CTY33 DAN NUMBU SKALA LABORATORIUM.

Suparti, Aminah Asngad dan Chalimah".
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Abstrak

Sorghum manis telah dianggap sebagai bahan baku untuk memproduksi bioetanol yang baik, namun, informasi mengenai pertumbuhan dan akumulasi gula difermentasi dari Sweet sorghum di Indonesia sangat terbatas. Penelitian ini untuk evaluasi potensi sorgum manis sebagai sumber bioetanol. Tujuan penelitian untuk i) mengetahui Kadar gula rendemen(Brix) Nira Sweet sorghum varietas CTY33 dan Numbu, ii) mengetahui pengaruh konsentrasi dan jenis ragi, serta lamawaktu fermentasi varietas CTY33 umur 80 hari terhadap kualitas dan kuantitas bioetanol, dan iii) mengetahui pengaruh umur tanaman, konsentrasi ragi, dan lama waktu fermentasi varietas Numbu umur 70,80 dan 90 hari terhadap kualitas dan kuantitas bioetanol. Metode penelitian. Ada beberapa tahapan dalam pembuatan bioetanol, yaitu tahap roll crusher (mengambil nira dari batang sorghum), selanjutnya dilakukan tahap fermentasi sukrosa menjadi etanol dengan lama waktu fermentasi 2; 3;4; dan 5 hari. Untuk pemurnian etanol dilakukan proses distilasi dengan suhu 70⁰C.Sweet sorghum yang digunakan Varietas CTY33 dan Numbu. Nira yang diperoleh dari batang sorghum difermentasi dengan tiga faktor perlakuan, yaitu faktor umur tanaman (70,80 dan 90 hari) untuk varietas Numbu, dan 80 hari untuk var CTY33. Untuk varietas CTY33, jenis fermentor yang digunakan NKL dan Fermipan, sedang Var Numbu hanya digunakan fermipan. Lama waktu fermentasi 2 dan 3 hari untuk CTY33, 4 dan 5 hari untuk varietas Numbu. Dosis fermentor yang digunakan 0,25%, 50% dan 0,75% untuk varietas CTY33 dan dosis 0,50% dan 0,75% untuk varietas Numbu. Analisis data yang digunakan statistik sederhana, dan Multi variat(SPSS). Parameter yang diukur besarnya kandungan gula dalam nira (Brix), banyaknya nira yang diperoleh (ml), kuantitas bioetanol (ml) hasil destilasi, dan kualitas ethanol (%) dengan HPLC. Hasil yang diperoleh untuk varietas CTY umur 80 hari, jenis ragi terbaik fermipan, dengan hasil kuantitas dan kualitas bioetanol masing-masing 75ml dan 9%. Kuantitas etanol terbaik konsentrasi 0,75% dengan hasil 73 ml dan kualitasnya sebesar 11%, dan lama waktu fermentasi terbaik 3 hari, hasil yang diperoleh kuantitas dan kualitas etanol masing-masing 77ml dan 10% . Hasil analisis varietas Numbu, umur panen terbaik 80 hari, dan kuantitas serta kualitas terbaik masing-masing 63,58 ml dan 5,92%. Konsentrasi terbaik adalah 0,75% umur 80 hari, menghasilkan kuantitas dan kualitas etanol masing-masing 63,50 ml dan 6,95%. Lamawaktu fermentasi terbaik, umur 80 hari dengan lama waktu fermentasi 5 hari dengan hasil 64,5 ml untuk kuantitas etanol dan 6% untuk kualitas etanol. Kesimpulan umur tanaman, konsentrasi ragi, jenis ragi, dan lamawaktu fermentasi berpengaruh terhadap kuantitas dan kualitas Bioetanol. Untuk pembuatan bioetanol terbaik umur 80 hari, konsentrasi ragi 0,75%, jenis ragi fermipan, dan lama waktu fermentasi 3 hari untuk varietas CTY33 dan 5 hari untuk var Numbu.

Key word : Sweet sorghum , Varietas numbu, varietas CTY33, Bioetanol

QUALITY AND QUANTITY OF PRODUCTION BIOETHANOL *Sweet Sorghum* PLANT VARIETIES CTY33 AND NUMBU OF LABORATORY SCALE. "Suparti, Aminah Asngad and Chalimah". Muhammadiyah Surakarta University

Abstract

Sweet sorghum has been considered stock for producing good bioethanol. However, information on the growth and accumulation of sugar fermentation of sweet sorghum in Indonesia is very limited. This study aims to evaluate the potential of sweet sorghum as source of bioethanol. The purpose of this study aimed to i) determine levels of sugar sucrose content (brix) Nira Sweet sorghum varieties and Numbu CTY33, ii) determine the effect of the concentration and type of yeast, and fermentation duration varieties CTY33 age 80 days to the quality and quantity of bioethanol, and iii) to know influence of plant age, the concentration of yeast, and fermentation duration varieties Numbu age 70.80 and 90 days on the quality and quantity of bioethanol. Research methods. There are several stages in the manufacture of bioethanol, namely stage roll crusher (take the sap from the stem sorghum), then performed the stage fermentation of sucrose into ethanol by fermentation time 2, 3, 4, and 5 days. For the purification of ethanol distillation process is done with the temperature used is 700C. Sweet sorghum varieties and Numbu CTY33. Sap obtained from fermented sorghum stem with three treatment factors, ie factors plant age (70.80 and 90 days) for Numbu varieties, and 80 days for CTY33 var. For CTY33 varieties, the type of fermentor used was NKL and Fermipan, while Varietas Numbu used fermipan. Long fermentation time is 2 and 3 days for CTY33, 4 and 5 days for Numbu varieties. Dose fermenter used at 0.25%, 50% and 0.75% for the varieties CTY33 and dose 0.50% and 0.75% for the varieties Numbu. Analysis of statistical data used is simple and Multi variat (SPSS). Parameters to be measured is the amount of sugar content in juice (Brix), the number of sap obtained (ml), the quantity of ethanol (ml) of distilled, and the quality of ethanol (%) by HPLC. This type of yeast is best for the varieties CTY fermipan age 80 days with the quantity and quality of bioethanol each 75ml and 9%. The best quantity of ethanol had a concentration of 0.75% with the results of 73 ml and 11% quality, and long time best 3 days of fermentation, and the results obtained by the quantity and quality of each 77ml of ethanol and 10%. Results of analysis Numbu varieties, the best concentration was 0.75% age 80 days, ethanol yield quantity and quality respectively 63,58 ml and 5,92%. The best harvest age 80 days, with the results for the quantity of 63,50 ml of ethanol, and the quality of 6.95%. Long time best 5 days of fermentation with the results for the quantity of 64,50 ml of ethanol and 6% for the quality of ethanol. Conclusion The age of the plant, the concentration of yeast, yeast type, and length of fermentation affect the quantity and quality of Bioethanol. To manufacture the best bioethanol age 80 days, 0.75% yeast concentration, type of yeast fermipan, and long fermentation time of 3 days for varieties CTY33 and 5 days for Numbu var.age 80 days, 0.75% yeast concentration, type of yeast fermipan, and long fermentation time of 3 days for varieties CTY33 and 5 days for Numbu varietas.

Key word : Sweet sorghum , Varietas numbu, varietas CTY33, Bioetanol

Pendahuluan

Sorghum adalah tanaman serbaguna yang banyak kegunaannya. Sebagai sumber bahan pangan global sorgum berada di peringkat ke-5 setelah gandum, padi, jagung dan barley . Sedangkan menurut laporan Grain Council (2005) di Amerika Serikat sorgum merupakan sereal penting ketiga. Sorgum dilaporkan memiliki kandungan nutrisi yang baik, bahkan kandungan protein dan unsur-unsur nutrisi penting lainnya lebih tinggi dibanding beras. (DEPKES RI, 1992). Selain digunakan sebagai sumber pangan, sorgum juga dimanfaatkan untuk pakan ternak, yaitu biji sorgum untuk bahan campuran ransum pakan ternak unggas, sedangkan batang dan daun sorgum (*stover*) untuk ternak ruminansia. Batang sorghum oleh tanaman digunakan sebagai penyimpan energi hasil proses fotosintesis, berupa glukose, sehingga batang sorghum terutama sweet sorghum mengandung nira yang manis, menyerupai tebu. Maka nira sorghum dapat digunakan untuk pembuatan etanol, maupun gula.

Secara umum, sorgum terkenal sebagai tanaman pangan (biji-bijian), sorgum manis lebih terkenal dalam penggunaannya sebagai pakan ternak (*livestock fodder*). Laju fotosintesis yang tinggi menyebabkan tinggi batang sorgum manis dapat mencapai 5 m, kondisi tanaman yang sangat baik untuk pembuatan silase. Selain itu, batangnya juga kaya akan gula yang selanjutnya dapat diproses menjadi *jaggery* (semacam gula merah) atau didestilasi untuk menghasilkan bioetanol. Sorgum manis dikenal sebagai tanaman onta atau “*a camel among crops*” karena memiliki daya adaptasi yang luas dan sangat tahan terhadap kondisi lahan marginal seperti kekeringan, lahan masam, lahan salin dan lahan alkalin (FAO, 2002).

Bioetanol (C₂H₅OH) merupakan salah satu bahan bakar nabati yang saat ini menjadi primadona untuk menggantikan minyak bumi, yang harganya terus meningkat, selain itu juga ramah lingkungan, dan bersifat renewable. Kelebihan Bioetanol selain ramah lingkungan, dapat digunakan sebagai campuran BBM, yang terbukti dapat mengurangi emisi karbon monoksida dan asap lainnya dari kendaraan. Saat ini bioethanol juga bisa dijadikan pengganti bahan bakar minyak tanah. Selain hemat, pembuatannya bisa dilakukan di rumah dengan mudah, lebih ekonomis dibandingkan menggunakan minyak tanah. Dengan demikian bisnis bioetanol di Indonesia mempunyai prospek yang cerah karena melimpahnya bahan baku, seperti singkong, tebu, aren, jagung maupun hasil

samping pabrik gula (molase), serta sweet sorghum. Dari sektor kehutanan bioetanol bisa dihasilkan dari sago, nipah, dan aren, (Mutegi *et al.* 2000)

Indonesia memiliki lahan pertanian yang luas, sebagian besar dengan kondisi iklim kering yang sesuai untuk produksi tanaman sorghum. Keistimewaan *sweet sorghum*, bersifat multi guna, yaitu sebagai sumber bahan pangan, pakan ternak maupun bahan baku bermacam industri, misalkan produksi bioethnol. Di antara spesies sorgum terdapat jenis sorgum manis yang batangnya mengandung nira, dengan kadar gula tinggi. Sorgum manis banyak digunakan sebagai pakan ternak, bahan pembuatan gula cair (sirup), *jaggery* (semacam gula merah) dan bioetanol. Prospek sorgum di Indonesia sangat baik dan dapat dijadikan komoditas andalan, mengingat sorgum bisa dikembangkan searah dan sejalan dengan upaya peningkatan produktivitas lahan kosong (lahan marginal, lahan tidur, dan atau lahan non-produktif lainnya) yang jumlahnya sangat luas di negeri ini, (Yasman 2010)

. Di Indonesia produksi Bioethanol sudah banyak dilakukan, misalkan dari umbi ketela pohon dan umbi-umbian yang lain, tape ketan (Ciu) (Suparti *et al* 2007), namun produksi Bioethanol dari nira batang sorghum dengan berbagai varietas dan waktu panen yang berbeda belum ditemukan laporannya, sehingga hal tersebut penting dilakukan sebagai data *base*. Tanaman sorghum memiliki variasi galur yang sangat banyak, multi fungsi dan *zero wise*, karena hampir semua organ dapat digunakan sebagai pangan, pakan dan Industri (Bioethanol), sehingga tidak ada sisa atau limbah, serta memiliki adaptabilitas yang tinggi, baik pada lahan yang marginal atau yang miskin hara. Perbedaan varieas tanaman sorghum dan waktu pemanenan diduga berpengaruh terhadap produksi nira dalam batang tanaman, sehingga dapat mempengaruhi produksi bioethanol.

Biomassa digunakan untuk menggambarkan bahan organik tanaman yang berasal dari konversi energi photosynthesis, sebagai sumber energi serbaguna yang dapat disimpan dengan mudah dan berubah menjadi bahan bakar cair, listrik, dan panas melalui berbagai proses. Biogas, biodiesel, etanol, Metha-nol, diesel, dan hidrogen adalah contoh energi yang dapat dihasilkan dari biomassa (Bassam 2004). Biomassa dapat dibagi menjadi tiga kategori; gula bahan baku (tebu), bahan baku berpati (butir), selulosa dan bahan tanaman fibrous, (Badger 2002). Selanjutnya dikatakan bahwa biomassa dapat mengganti 10 % bahan bakar transportasi pada tahun 2010 , dan 50 % pada 2030 (Sterling Planet 2004).Bahan bakar yang berasal dari Biomassa memiliki kandungan sulfur rendah dan tidak memberikan kontribusi terhadap emisi belerang dioksida; efektif penggunaan energi . Biomass merupakan sumber domestik yang tidak tergantung dengan

bahan impor, (Sterling Planet 2004). Biomassa dapat memiliki dampak penting terhadap perkembangan sosial-ekonomi pedesaan dan dukungan diversifikasi energi (World Renewable Energy, 2000).

Sehingga fermentasi dapat didefinisikan perubahan kimia dalam bahan pangan yang disebabkan oleh enzim. Enzim yang berperan dapat dihasilkan oleh makroorganisme. Sifat-sifat bahan pangan fermentasi ditentukan oleh mutu dan sifat-sifat asal pangan itu sendiri. Dalam fermentasi tape, karbohidrat (pati) akan diubah menjadi glukosa (gula) oleh enzim amilase kemudian glukosa diubah menjadi alkohol oleh enzim alkoholase dan selanjutnya akan diubah menjadi asam cuka (asam asetat). (Waluyo, 2004). Dalam penelitian Meidyawati (1997), pada umumnya fermentasi alkohol melibatkan khamir dari genus *Saccharomyces*, masing-masing spesies masih terbagi menjadi beberapa galur yang memiliki sifat berbeda, yaitu kemampuan dalam fermentasi, serta toleransi terhadap alkohol.

Salah satu jenis khamir yang biasa dipakai pada produk alkohol secara fermentasi adalah *Saccharomyces cerevisiae*. *Saccharomyces cerevisiae* merupakan khamir yang paling penting pada fermentasi utama dan akhir, karena mampu memproduksi alkohol dengan konsentrasi tinggi dan fermentasi spontan. Proses fermentasi umumnya dipilih *Saccharomyces cerevisiae*, karena dapat tumbuh dengan baik dan mempunyai toleransi yang tinggi terhadap alkohol serta mampu menghasilkan alkohol dalam jumlah yang banyak. Selanjutnya Hart *et al*, (2003) menhatakan bahwa pati dalam biji-bijian, kentang dan beras dapat difermentasikan dengan cara yang serupa menghasilkan etanol dan hasilnya disebut alkohol bebijian. Sejak dulu, etanol telah dikenal sehingga komponen dalam minuman beralkohol (bir,anggur,wiski). Etanol yang digunakan sebagai pelarut antiseptik topikal (Contoh: ketika mengambil darah), dan sebagai bahan baku pembuatan eter dan etil ester. Etanol juga dapat digunakan sebagai bahan bakar (gasotol).

. Permasalahan kekurangan pangan, pakan dan energi dapat ditanggulangi melalui pengembangan industri berbasis sorghum, karena sorghum adalah tanaman yang memiliki adaptabilitas terhadap lingkungan kritis maupun marginal (masih mampu tumbuh dengan baik), baik didaerah pertambangan, lahan gambut, dan lingkungan yang kering karena persediaan air sangat sedikit. Sorghum merupakan tanaman multi fungsi, karena sorghum bermanfaat untuk pakan, pangan, energi (sumber bioethanol) dan industri, sehingga mampu membuka lapangan pekerjaan, menanggulangi krisis energi, pangan dan pakan.

Sorghum sangat berpotensi sebagai pemasok energi alternatif yang *renewable* dan ramah lingkungan. Oleh karenanya sorghum penting untuk dikembangkan.

Tujuan penelitian untuk i) mengetahui Kadar gula rendemen(Brix) Nira Sweet sorghum varietas CTY33 dan Numbu, ii) mengetahui pengaruh konsentrasi dan jenis ragi, serta lamawaktu fermentasi varietas CTY33 umur 80 hari terhadap kualitas dan kuantitas bioetanol, dan iii) mengetahui pengaruh umur tanaman, konsentrasi ragi, dan lama waktu fermentasi varietas Numbu umur 70,80 dan 90 hari terhadap kualitas dan kuantitas bioetanol.

Metode Penelitian

Produksi Bioethanol dari batang tanaman sorghum ada beberapa tahapan yang akan dilakukan antara lain, penanaman *Sweet sorghum* yang dibuat dua kelompok untuk dua varietas tanaman sorghum. Masing masing kelompok dibuat tiga petak dengan model gulutan, sebagai ulangan. Penanaman dengan ukuran panjang 10 meter, lebar 1 m, dengan jarak tanam 20 cm, dan setiap petak ditanam dua baris *sweet sorghum* berjajar. Selanjutnya ditajuk dengan jarak 20 cm, setiap lubang dikasih 5 biji *sweet sorghum*. Batang *sweet sorghum* diambil niranya, dan dilakukan pengukuran beberapa hal, kadar gula dalam rendemen nira batang, dengan Refraktometer, dan volume rendemen yang dihasilkan

Perlakuan untuk varietas CTY33, sebagai variabel independen adalah, konsentrasi ragi digunakan 0,25%, 0,50% dan 0,75%, jenis ragi yang digunakan NKL (ragi tradisional) dan Fermipan. Lama waktu inkubasi 2 dan 3 hari. Sedang untuk varietas Numbu, variabel independen yang digunakan adalah umur panen, yaitu 70, 80 dan 90 hari, jenis ragi yang digunakan Fermipan, konsentrasi ragi 0,50% dan 0,75%, dan lama waktu fermentasi 4 dan 5 hari. Selanjutnya dilakukan fermentasi dengan perlakuan diatas, hasil fermentasi. dilakukan destilasi pada suhu 70⁰C, hasil tersebut sebagai kuantitas bioetano (ml). Untuk mengetahui kualitas bioetanol yang dihasilkan menggunakan HPLC. Data yang diperoleh dianalisis dengan statistik sederhana dan ANAVA multi Fariat menggunakan SPSS.

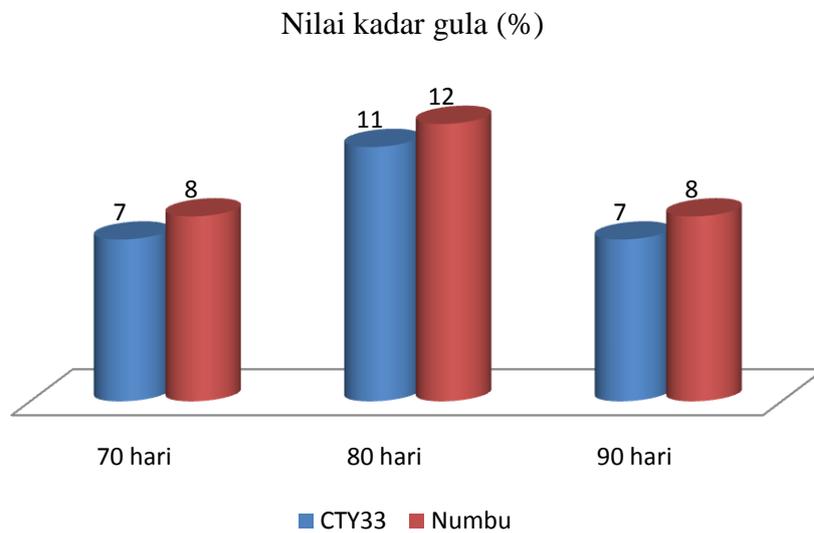
Hasil Penelitian

Jenis data yang akan disampaikan diantaranya kadar gula (Brix) dalam nira. Hasil fermentasi Nira, kualitas dan kuantitas bioethanol yang terbentuk dengan perlakuan enis

ragi, dosis fermentor, dan lama waktu inkubasi. Dan data disampaikan dalam bentuk diagram.

Kadar Gula dalam Nira (Brix)

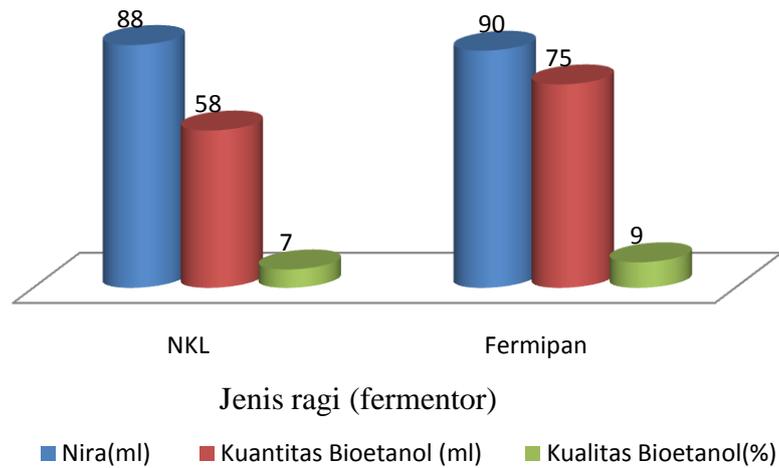
Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kadar gula (Brix) dalam nira Sweet sorghum dengan varietas dan umur berbeda, menunjukkan kadar gula yang berbeda pula. Kadar gula tertinggi dalam nira Sweet sorghum umur 80 hari, dan varietas numbu lebih besar dibanding Varietas CTY33. Sedang umur 70 dan 90 hari, kadar gula dalam nira lebih rendah dibanding umur 80 hari, dan numbu lebih tinggi dibanding CTY33. Perbedaan tersebut mungkin karena proses fisiologis dari tanaman. (Gambar 1)



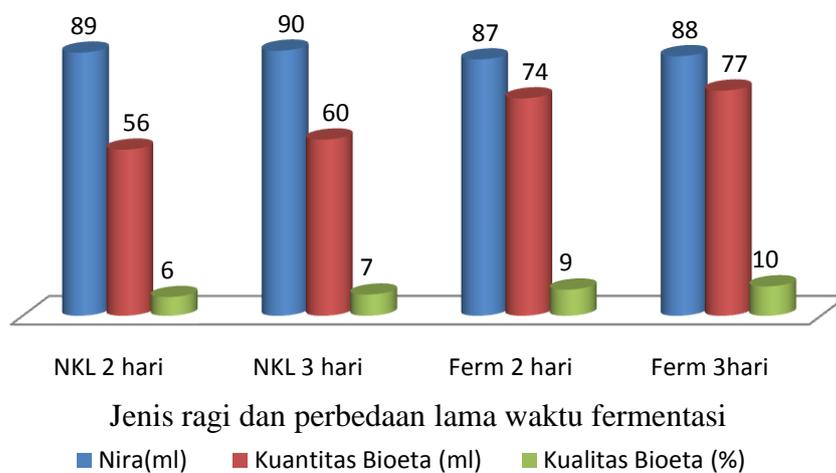
Gambar 1. Kadar gula (brix) Nira Sweet Shorgum dalam umur/ hari

Hasil analisis Varietas CTY33

Perbedaan jenis ragi menunjukkan hasil yang berbeda, dari gambar dapat dilihat bahwa rerata kualitas dan kuantitas bioetanol terbaik adalah fermipan. Sehingga dapat dikatakan bahwa jenis ragi berpengaruh terhadap kuantitas maupun kualitas bioetanol (Gamambar 2) .

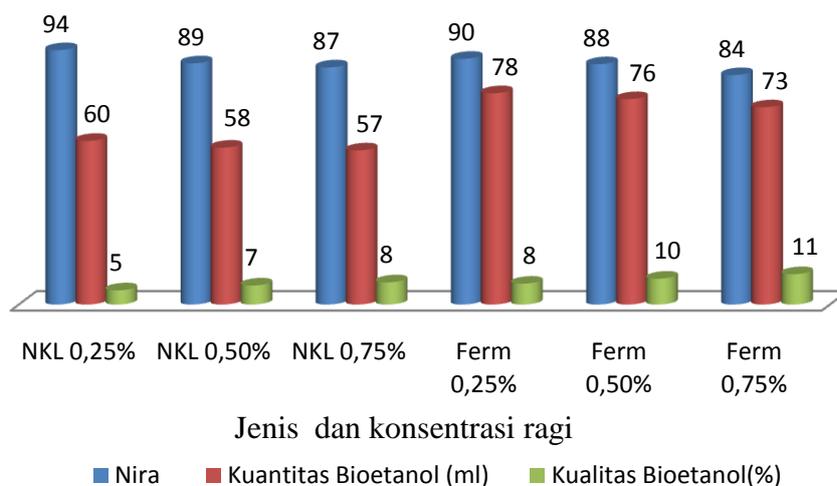


Gambar 2. Hasil pengukuran nira, kuantitas dan kualitas bioetanol terhadap perbedaan jenis ragi (NKL dan Fermipan)



Gambar 3. Interaksi waktu fermentasi dan jenis fermentor terhadap parameter terukur (Variabel Dependen)

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kuantitas bioetanol paling banyak pada waktu fermentasi 3 hari dengan jenis ragi Fermipan, dibanding jenis ragi NKL dengan waktu yang sama. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa waktu fermentasi dan jenis ragi berpengaruh terhadap kualitas dan kuantitas bioetanol, (Gambar 3).



Gambar 4. Interaksi jenis fermentor dan dosis fermentor terhadap hasil pengukuran var. Dependen

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kuantitas etanol yang terbanyak dihasilkan dari jenis ragi fermipan, dengan konsentrasi 0,50%, sedang kualitas etanol tertinggi dihasilkan dari jenis ragi yang sama (fermipan) dengan konsentrasi 0,75%. Kualitas maupun kuantitas etanol terendah dihasilkan dari NKL konsentrasi 0,25%. Hasil tersebut dapat digambarkan bahwa jenis dan konsentrasi fermentor berpengaruh terhadap kualitas dan kuantitas etanol (Gambar 4)

Selanjutnya dilakukan analisis statistik multi varian, untuk melihat adanya perbedaan antar perlakuan (Variabel independen) terhadap variabel dependen, dengan parameter kualitas dan kuantitas bioetanol yang diproses dari jumlah nira batang sorgum varietas CTY33. Data disajikan dalam bentuk tabulasi

Tabel 1. Hasil analisis multi varian antara variabel independen dan dependen Varietas CTY 33

No	variabel Independen	V. dependen	Signifikansi
Konsentrasi ragi		Nira (ml)	.071
		Kuantitas Etanol (ml)	.345
		Kualitas etanol (%)	.000*
Jenis ragi		Nira (ml)	.250
		Kuantitas Etanol (ml)	.000*
		Kualitas etanol (%)	.000*
Waktu fermentasi		Nira (ml)	.624
		Kuantitas Etanol (ml)	.063
		Kualitas etanol (%)	.000*

Keterangan :

* menunjukkan adanya bedanyata (signifikan)

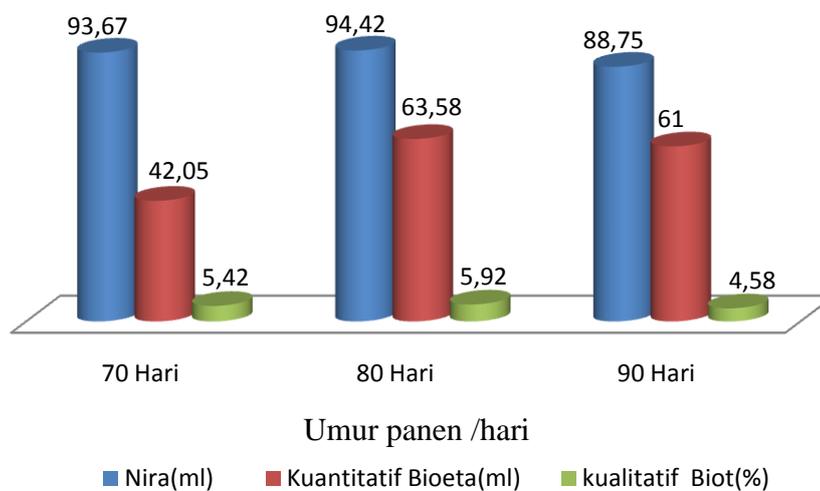
Tabel 2. Hasil analisis uji beda menggunakan Tukey Varietas CTY 33

Variabe Independen	Hasil Analisis Variabel Dependen		
	Dosis fermentor	Nira (ml)	Etanol (ml)
0,25 %	85.75 ^a	65.08 ^a	6.50 ^a
0,50 %	89.50 ^b	67.17 ^a	8.25 ^b
0,75 %	90.92 ^c	67.83 ^a	9.67 ^c

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata antar perlakuan pada taraf uji (5%)

Hasil pengukuran pengaruh variabel independen terhadap variabel dependen yang diukur dengan parameter jumlah nira, jumlah kuantitas etanol, serta kualitas etanol, menunjukkan kualitas etanol dari berbagai perlakuan menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan (adanya beda nyata), sedang parameter yang lain menunjukkan tidak adanya perbedaan yang nyata, terkecuali pengaruh jenis ragi terhadap kuantitas bioetanol (Tabel 1). Selanjutnya akan dianalisis uji beda antar perlakuan perbedaan konsentrasi fermentor (ragi), yang dapat disajikan pada tabel 2. Hasil perhitungan yang diperoleh menunjukkan bahwa jumlah nira berbeda nyata (signifikan) antar perlakuan konsentrasi ragi, demikian pula hasil perhitungan kualitas bioetanol, sedang kuantitas bioetanol tidak menunjukkan adanya beda nyata antar perlakuan (Tabel 1 dan 2)

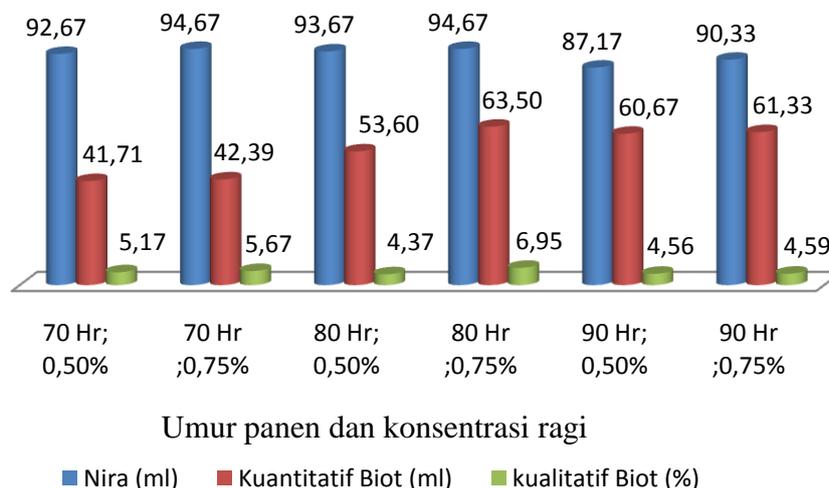
Hasil analisis Varietas Numbu



Gambar 5. Pengaruh umur panen terhadap parameter terukur (variabel dependen)

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kuantitatif etanol terbanyak pada umur tanaman 80 hari, dan terendah umur 70 hari dengan konsentrasi. Sedang umur 90 hari kuantitas bioetanol menurun dibanding umur 80 hari. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa umur tanaman dan konsentrasi fermentor berpengaruh terhadap hasil pengukuran var dependen (kualitas dan kuantitas bioetanol) (Gambar 5)

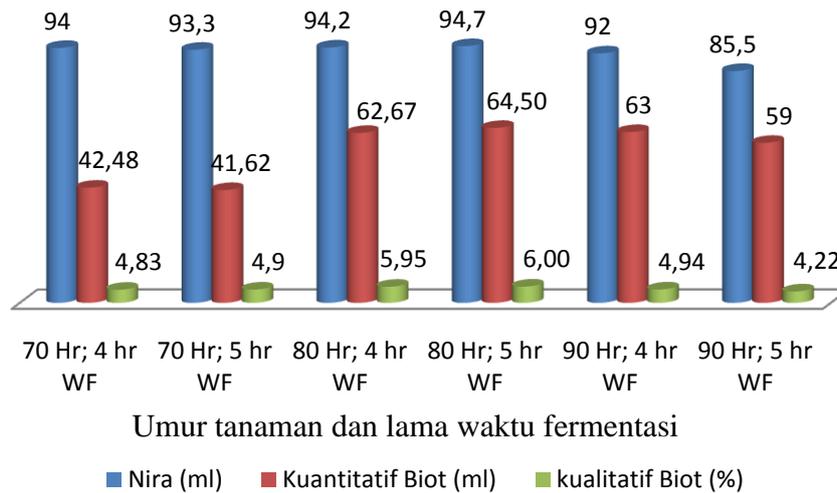
Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kuantitatif etanol terbanyak pada umur tanaman 80 hari dengan dosis 0,75%, dan terendah pada umur 70 hari dengan konsentrasi 0,50%. Sedang umur 90 hari kuantitas bioetanol menurun dibanding umur 80 hari. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa umur tanaman dan konsentrasi fermentor berpengaruh terhadap hasil pengukuran var dependen (kualitas dan kuantitas bioetanol) (Gambar 6)



Gambar 6. Interaksi Umur tanaman dan jenis fermentor terhadap parameter terukur (var Dependen)

Hasil pengukuran kuantitas etanol tertinggi pada umur panen 80 hari dengan waktu fermentasi 5 hari, dan lama waktu fermentasi 4 hr relatif lebih rendah dibanding waktu 5 hari, demikian pula pada umur panen 70 hari. Umur 90 hari relatif lebih rendah dibanding umur 80 hari umur panen, dan lama waktu fermentasi lebih tinggi 5 hari dibanding 4 hari. Kualitas bioetanol tertinggi juga pada umur panen 80 hari dengan lama waktu 5 hari, umur panen 70 hari juga menunjukkan tren yang sama. Umur 90 hari menurun dibanding umur 80 hari waktu panen, baik pada waktu fermentasi 4 maupun 5 hari. Hal tersebut menunjukkan bahwa interaksi umur panen dan lama waktu fermentasi berpengaruh terhadap kualitas dan kuantitas bioetanol (Gambar 7).

Selanjutnya dilakukan analisis statistik multi varian, untuk melihat adanya perbedaan antar perlakuan (Variabel independen) terhadap variabel dependen, dengan parameter kualitas dan kuantitas bioetanol yang diproses dari jumlah nira batang sorgum varietas Numbu. Data disajikan dalam bentuk tabulasi (Tabel 3 dan 4)



Gambar 7. Interaksi Umur tanaman dengan Waktu fermentasi parameter terukur (variabel Dependen)

Tabel 3. Hasil analisis multi varian antara variabel independen dan dependen Varietas Numbu

No	variabel Independen	V. dependen	Signifikansi
	Umur tanaman	Nira (ml)	0,76
		Kuantitas Etanol (ml)	0,00*
		Kualitas etanol (%)	0,98
	Waktu fermentasi	Nira (ml)	0,52
		Kuantitas Etanol (ml)	0,03*
		Kualitas etanol (%)	0,70
	Dosis fermentor	Nira (ml)	0,69
		Kuantitas Etanol (ml)	0,22
		Kualitas etanol (%)	0,72

Keterangan :

* menunjukkan adanya bedanyata (signifikan)

Hasil interaksi antar variabel independen yang telah diperoleh menunjukkan bahwa, tidak semua menunjukkan adanya signifikansi (bedanyata), tetapi ada pula yang berbedanyata yaitu pengaruh umur tanaman terhadap kuantitatif bioetanol (Tabel 3.), oleh karenanya dilakukan uji lanjut dengan Tucky (Tabel 4.). Hasil perhitungan perlakuan umur

tanaman yang diperoleh menunjukkan bahwa, jumlah nira tidak berbeda nyata, antar perlakuan, demikian pula hasil perhitungan kualitas bioetanol. Sedang kuantitas bioetanol menunjukkan adanya beda nyata antar perlakuan (Tabel 4)

Tabel 4. Hasil analisis uji beda menggunakan Tucky Varietas Numbu

Variabe Independen	Hasil Analisis Variabel Dependen		
	Nira (ml)	Kuantitas etanol (%)	Kualitas etanol (%)
Umur Tanaman			
70 hari	93.67 ^a	42.00 ^a	4.42 ^a
80 hari	93.67 ^a	44.92 ^b	4.50 ^a
90 hari	94.42 ^a	61.67 ^c	4.50 ^a

Keterangan : Angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata antar perlakuan pada taraf uji (5%)

Pembahasan

Umur berbeda menunjukkan kadar gula yang berbeda, Glukosa merupakan hasil proses fotosintesis, yang digunakan untuk pertumbuhan dan perkembangan tanaman. Umur 70 hari, tanaman sorghum masih dalam tahap pertumbuhan dan perkembangan, misalkan mulai terbentuknya bunga, maka dibutuhkan cukup banyak energi, sehingga kandungan gula tidak banyak tersimpan dalam batang. Maka kandungan gula pada nira lebih rendah dibanding umur 80 hari. Sedang umur 80 hari relatif lebih tinggi, karena pada umur tersebut biji sudah terbentuk menunggu kematangan, sehingga energi yang dibutuhkan berkurang, dan kelebihan energi hasil proses fotosintesis akan disimpan dalam batang. Sehingga terlihat umur 80 hari mempunyai kadar gula lebih tinggi dibanding umur lainnya. Umur 90 hari biji sudah siap dipanen, dan kadar glukosa menurun. Hal tersebut mungkin energi digunakan untuk pertumbuhan tunas-tunas baru diantara keratan atau ketiak batang sorghum. Kondisi pertumbuhan tunas diantara ketiak batang (keratan batang), merupakan salah satu keistimewaan tanaman sorghum yang memiliki kemudahan dalam terbentuknya tunas batang, hal tersebut mungkin dapat menyebabkan menurunnya kadar gula dalam nira.

Hasil perhitungan statistik sederhana (Gambar 1-9) menunjukkan bahwa umur tanaman, perbedaan kadar ragi, lama waktu fermentasi dan jenis ragi menunjukkan hasil kuantitas dan kualitas bioetanol yang tidak sama. Bioetanol dari nira batang, berbahan dasar gula, hasil proses fotosintesis yang disimpan dalam batang tanaman, sehingga kadar gula dalam batang tergantung umur tanaman. Kadar gula sebagai bahan dasar untuk diubah menjadi bioethanol, sehingga umur tanaman yang berbeda menunjukkan hasil, baik

kualitas maupun kuantitas bioetanol berbeda. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Suparti *et al* (2007) menyatakan bahwa kandungan gula yang berbeda menghasilkan kualitas dan kuantitas bioetanol yang berbeda, demikian pula lama waktu fermentasi, jenis ragi dan konsentrasi ragi yang digunakan.

Jenis ragi NKL dan fermipan menunjukkan hasil yang berbeda, baik kualitas maupun kuantitas bioetanol. Hal tersebut mungkin disebabkan kemurnian dan kualitas ragi yang berbeda. NKL adalah ragi tradisional memiliki konsorsium ragi yang bervariasi, sehingga proses adaptasinya relatif lebih lama, dan kompetitifnya semakin tinggi, dan daya adaptasinya juga relatif sulit. Sedangkan kemurnian dan kualitas fermipan relatif terjamin, karena produksi industri (pabrik), sehingga proses fermentasi lebih optimal, dan diperoleh hasil lebih baik. Demikian pula kadar ragi yang digunakan, semakin tinggi, hasil yang diperoleh semakin banyak dan mempunyai kualitas bioetanol yang optimal. Hal tersebut didukung oleh hasil penelitian Sari (2009), menunjukkan bahwa variabel yang paling berpengaruh adalah kadar fermentor (ragi) yang digunakan. Setelah dilakukan optimasi terhadap kualitas dan kuantitas bioetanol. Kondisi optimum diperoleh dari proses fermentasi yang menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* pada waktu fermentasi 7 hari, kadar glukosa 14,5 %, serta penambahan starter 9 % dari volume total. Penelitian lain menyatakan bahwa kadar glukosa pada fermentasi mempengaruhi kadar etanol yang dihasilkan, pada penelitian ini fermentasi dengan kadar glukosa hasil hidrolisis sebesar 4,81% menghasilkan etanol 4,84%, sedangkan dengan kadar glukosa 14% etanol yang dihasilkan meningkat menjadi 8,6%. Wulansari (2004) dan Putri & Sukandar (2008)

Lama waktu fermentasi juga berpengaruh terhadap kuantitas dan kualitas bioetanol yang dihasilkan, semakin lama waktu fermentasi menunjukkan hasil yang lebih baik dibanding lama waktu lainnya (2,3,4 dan 5 hari). Hasil penelitian Astawan (2004), mengatakan bahwa ada beberapa faktor yang mempengaruhi kemampuan khamir dalam melakukan fermentasi nira sorghum manis di antaranya adalah: temperatur, pH medium, lama waktu fermentasi, teknik fermentasi, jenis khamir yang digunakan, komposisi media, kandungan gula, adanya zat penghambat, dan varietas sorghum manis yang digunakan, selanjutnya dikatakan bahwa, selama fermentasi berlangsung akan terjadi perubahan biokimiawi akibat aktivitas mikroba, yaitu perubahan kadar gula, kadar air dan jumlah mikroorganisme karena pengaruh ragi. Gula sederhana (sukrosa, glukosa, fruktosa) yang terdapat dalam nira sorghum manis dapat secara langsung dikonversi menjadi alkohol melalui proses fermentasi menggunakan khamir *Saccharomyces cerevisiae*. Di samping

itu, nira dari batang sorghum manis juga mengandung banyak unsur mikro nutrien yang penting untuk pertumbuhan mikrobia dan produksi ethanol (Laopaiboon dkk., 2009).

Peningkatan kualitas maupun kuantitas bioetanol dapat dipengaruhi oleh jumlah atau konsentrasi ragi yang digunakan harus tepat, sehingga dapat diperoleh hasil yang optimal, karena ragi digunakan untuk mengkonversi glukosa menjadi alkohol, jika jumlah ragi sedikit maka kemampuan ragi untuk fermentasi menjadi berkurang. Jika ragi yang digunakan berlebihan akan menghambat proses fermentasi akan terjadi fase pertumbuhan lag (lambat). Fermentasi harus dalam keadaan anaerob sehingga biomassa tidak bertambah tetapi mengkonversi glukosa menjadi etanol. Dapat juga penurunan tersebut diakibatkan karena perubahan alkohol menjadi senyawa lain (senyawa asam) (Ratna, 2009). 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. Tetapi 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).

Pembentukan alkohol dilakukan dalam kondisi anaerob oleh *Saccharomyces cerevisiae* yang merupakan jenis mikroba fakultatif anaerob. Mikroba tersebut mempunyai dua mekanisme dalam mendapatkan energi. Jika ada udara, maka energi atau tenaga diperoleh melalui respirasi aerob, hal tersebut tidak digunakan dalam pembentukan alkohol melainkan untuk pertumbuhan dan perkembangan sel. Sedangkan tenaga yang diperoleh melalui respirasi anaerob sebagian digunakan untuk pembentukan alkohol (Judoamidjojo, 1990).

Khamir jenis *Saccharomyces cerevisiae* dapat menghasilkan kadar alkohol tinggi karena merupakan galur terpilih yang biasa digunakan untuk fermentasi alkohol (Ratnaningsih, 2004). Kecepatan reaksi dalam suatu proses kimia maupun yang dibantu oleh enzim tidaklah konstan. Pada permulaan reaksi aktif, kemudian menurun aktifitasnya. Hal ini disebabkan oleh hasil akhir yang tertimbun, karena akan menghambat kegiatan

enzim, sehingga kadar alkohol yang dihasilkan akan menurun. Juga dimungkinkan karena ketersediaan substrat yang terdapat dalam bahan semakin menipis, sehingga kegiatan enzim pun akan berkurang (Desrosier, 1988).

Aktivitas khamir banyak dipengaruhi oleh media dan kondisi lingkungan suhu dan keasaman panas, konsentrasi ion hidrogen, air dan cahaya mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme. Tinggi rendahnya kadar alkohol yang diperoleh sangat dipengaruhi oleh cepat lambatnya pertumbuhan sel ragi yang digunakan dalam fermentasi bahan. Cepat lambatnya pertumbuhan khamir dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya komposisi media yang digunakan sebagai media pengembangbiakan mikroba mulai persiapan sampai fermentasi dapat berjalan optimum ketika pertumbuhan enzim maksimum dan ketersediaan substrat cukup. 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).

Kandungan air di dalam lingkungan mikroba juga mempengaruhi sifat pertumbuhan *Saccharomyces cerevisiae* sebagai mikroba dalam fermentasi tape. Bila kandungan air tidak cukup, maka cairan di dalam sel mikroba mengalir keluar. Sehingga metabolisme terhenti dan menyebabkan bahan yang terdapat di dalam sel sangat pekat dan akhirnya akan menghambat aktivitas enzim. Faktor lain yang dapat menghambat atau mengganggu pertumbuhan mikroba cara memasak atau cara pengerjaan fermentasi (Setiawan, 2010).

Hasil analisis statistik multi varian menunjukkan pengaruh variabel independen terhadap parameter terukur bervariasi. Ada yang menunjukkan pengaruh yang signifikan, misalkan konsentrasi dan umur tanaman memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kualitas maupun kuantitas bioetanol, namun ada pengaruh yang tidak menunjukkan hasil yang signifikan. Artinya tidak semua variabel independen menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap parameter yang diukur. Sedangkan hasil pengukuran statistik sederhana menunjukkan adanya perbedaan hasil parameter yang diukur, pada setiap variabel independen. Hal tersebut merupakan kejadian yang wajar, karena analisis statistik membutuhkan perbedaan angka yang lebih tinggi (kurang peka), sedang perbedaan angka yang relatif rendah, dengan pengolahan statistik multi variat, tidak menunjukkan perbedaan

yang signifikan. Sehingga hasil penelitian dengan statistik multi variat, tidak semua pengaruh variabel independen, menunjukkan hasil yang signifikan terhadap parameter yang diukur

KESIMPULAN

Hasil analisis data yang diperoleh didukung araian lain, dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kadar gula rendemen nira (brix) relatif lebih tinggi farietas numbu dibanding CTY33, besarnya kadar gula rendemen dilihat dari umur tanaman 70,80 dan 90 hari untuk varietas CTY masing-masing 7%,11% dan 7%, sedang varietas Numbu masing-masing 8%; 12% dan 8%
2. Pengaruh konsentrasi dan jenis ragi serta lama waktu fermentasi (variabel independen) pada varietas CTY33 umur 80 hari, dilihat hasil rerata yang diperoleh, berpengaruh terhadap parameter yang diukur (nira, kualitas dan kuantitas etanol). Hasil analisis multi variat menunjukkan kualitas dan kuantitas etanol berbeda secara nyata, sedang nira menunjukkan pengaruh yang tidak berbeda nyata. Kuantitas dan kualitas etanol tertinggi diperoraleh pada jenis ragi fermipan, konsentrasi ragi 0,75%, lama waktu Fermentasi 3 hari, dengan hasil kualitas dan kuantitas bioetanol masing-masing sebesar 57 – 73 ml dan 10 -11%.
3. Pengaruh variabel independen pada varietas Numbu (umur panen, konsentrasi ragi dan lama waktu fermentasi) terhadap parameter yang diukur (kuantitas dan kualitas etanol) terbaik pada umur panen 80 hari, konsentrasi ragi 0,75%, dan lama waktu fermentasi 5 hari, dengan hasil masing-masing untuk kuantitas dan kualitas etanol, sebesar 63 ml dan 7%. Dan lama waktu inkubasi dengan hasil 64 ml untuk kuantitas etanol dan 6% untuk kualitas etanol. Dapat dikatakan bahwa umur tanaman, konsentrasi ragi, jenis ragi, dan lamawaktu fermentasi berpengaruh terhadap kuantitas dan kualitas etanol. Untuk pembuatan bioetanol terbaik umur 80 hari, konsentrasi ragi 0,75%, jenis ragi fermipan, dan lama waktu fermentasi 3 hari untuk varietas CTY33 dan 5 hari untuk var Numbu.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2009. *Pelatihan Produksi Bio-Ethanol*. Bogor: Gusmailina.
- Anonim. 2008. *GC MS*. <http://caw47.wordpress.com/2008/03/20/gas-chromatography-mass-spectrometri-gcms>, (diakses tanggal 10 Februari 2011, pukul 13.23 WIB).
- Ariani, D. 2007. "Pengaruh Lama Pemerahan dan Konsentrasi Ragi Terhadap Kadar Glukosa dan Alkohol Tape Biji (*Artocarpus integra*)". Skripsi FKIP Jurusan Biologi. Surakarta. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Astawan, M. 2004. *Tetap Sehat Dengan Produk Makanan Olahan*. Surakarta: PT. Tiga Serangkai.
- Badger, P.C. 2002 "Ethanol from Cellulose: A General Review." Trends in New Crops and Uses,
- Bassam N.E. 2004. Global Potential of Biomass for Transport Fuels. Institute of Crop and Grassland Science, Braunschweig, Germany
- Budiyanto, Agus. 2002. *Mikrobiologi Terapan*. Malang: UMM.
- DEPKES RI., Direktorat Gizi. 1992. *Daftar Komposisi Bahan Makanan*. Jakarta: Bhratara.
- Desrosier, N. W. 1988. *Teknologi Pengawetan Pangan*. Terjemahan Muchfi Mulyoharjo. Jakarta : UI Press.
- Dewi, Findri Rosita. 2007. <http://library.um.ac.id/free-contents/index.php/pub/detail/pengaruh-jenis-mikroba-dan-varietas-tebu-terhadap-efisiensi-fermentasi-nira-menjadi-etanol-findri-rosita-dewi-33688.html> (diakses 27 September 2011).
- Gumbiro. Said. 1987. *Bio Industri Penerapan Teknologi Fermentasi*. Jakarta: Mediatama Putra.
- Judoamidjojo, R. Mulyono. 1990. *Biokonversi*. Bogor: Depdikbud. Dirjen Dikti Pusat Antar Universitas Bioteknologi.
- Meidyawati. 1997. *Seleksi Galur Saccharomyces cerevisiae yang Berperan dalam Fermentasi Alkohol pada Substrat Molase*. Fakultas Biologi. Yogyakarta: Universitas Gadjah Mada.
- Michael H. Lau ; James W. Richardson' Joe L. Outlaw, Mark T. Holtzapple; Rene F.Ochoa . 2006
- Nyomantri. 2001. *Manipulasi Genetik Dalam Saccharomyces cerevisiae Dalam Upaya Meningkatkan Produk Etanol*, <http://google.com> (diakses pada tanggal 10 Juni 2011).
- Osburn L., and J. Osburn. 1993. "Biomass Resources for Energy and Industry." Website www.ratical.org/renewables..
- Prihandana, Rama. 2007. *Bioenergi Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan*. Jakarta: Agromedia Pustaka.
- Rahman, A. 1989. *Pengantar Teknologi Fermentasi*. Bogor: PAU Institut Pertanian Bogor.
- Ratnaningsih. 2004. Efektivitas Fermentasi Tebu (Molase) Dengan Saccaromyces Cerevisiae. *Skripsi*. Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan. Jurusan Biologi. Surakarta: UMS.

- Sterling Planet 2004. "Energy from Biomass." Website www.sterling.com, 2004.
- Supardi, I, dan Sukamto. 1999. *Mikrobiologi Dalam Pengolahan Dan Keamanan Pangan*. Bandung: Penerbit Alumni
- Suparti dan Diyanita (2008)** Kadar Bioetanol limbah padat basah tapioka pada endapan 5 hari dengan dosis ragi dan waktu fermentasi yang berbeda, Jurnal Pendidikan Mipa UMS.
- Mutegi, Evans; Fabrice Sagnard, Moses Muraya, Ben Kanyenji, Bernard Rono, Caroline Mwongera, Charles Marangu, Joseph Kamau, Heiko Parzies, Santie de Villiers, Kassa Semagn, Pierre Traoré, Maryke Labuschagne. (2010) "Ecogeographical distribution of wild, weedy and cultivated *Sorghum bicolor* (L.) Moench in Kenya: implications for conservation and crop-to-wild gene flow". *Genetic Resources and Crop Evolution* **57** (2): 243–253
- Yasman 2010. Produktivitas biomassa dan gula dari sorghum manis sebagai bahan fermentasi bioethanol. Laporan Penelitian Hibah Pascasarjana IPB.