

**PENGARUH INTERAKSI MASSA RAGI TAPE DAN LAMA FERMENTASI TERHADAP PRODUKSI BIOETANOL DARI LIMBAH KULIT JAGUNG PULUT (*Zea mays* L. “ceratina”)**

**Refli, Rony S. Mauboy, Yulia Biliart Leltakaeb**

*Program Studi Biologi FST Undana*

**ABSTRAK**

Jumlah penduduk Indonesia semakin meningkat disertai dengan kenaikan akan kebutuhan dan sarana transportasi. Di samping itu aktivitas industri dan pengoperasian sarana transportasi semakin meningkat dan menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi bahan bakar minyak (BBM) namun ketersediaan bahan bakar fosil di alam semakin menipis sehingga diperlukan energi alternatif lain untuk mengurangi ketergantungan pada sumber daya energi konvensional bahan bakar fosil (minyak/gas bumi dan batu bara). Salah satu alternatifnya yakni bioetanol. Bioetanol dapat diproduksi dari kulit jagung sebagai limbah organik hasil pemanfaatan pertanian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tentang pengaruh interaksi antara massa ragi tape dan lama fermentasi terhadap produksi bioetanol dari limbah kulit jagung pulut (*Zea mays* L. “ceratina”). Parameter yang diukur adalah kadar bioethanol yang dihasilkan dari proses fermentasi. Hasil penelitian yang diperoleh menunjukkan bahwa ada pengaruh interaksi yang signifikan ( $p < 0,01$ ) antara massa ragi dan lama fermentasi terhadap kadar bioethanol. Hasil Uji lanjut dengan DMRT menunjukkan bahwa ada 5 kelompok unit perlakuan yang unit perlakuan dalam kelompok yang sama berbeda tidak nyata tetapi berbeda nyata dengan unit perlakuan dari kelompok lain. Ada Interaksi positif antar kombinasi perlakuan dengan kadar bioetanol tertinggi 4% pada kombinasi perlakuan dengan penambahan massa ragi 6 gram dan lama fermentasi 4 hari.

**Kata Kunci:** Ragi Tape, Fermentasi, Bioetanol.

Jumlah penduduk Indonesia semakin meningkat disertai kenaikan akan kebutuhan dan sarana transportasi. Di samping itu aktivitas industri turut meningkat untuk memenuhi kebutuhan sandang dan papan. Peningkatan pengoperasian sarana transportasi dan aktivitas industri menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi bahan bakar minyak (BBM) namun ketersediaan bahan bakar fosil (minyak/gas bumi dan batu bara) di alam semakin menipis dan membutuhkan waktu ribuan tahun untuk menghasilkannya. Ketergantungan pada sumber daya energi konvensional bahan bakar fosil (minyak/gas bumi dan batu bara) sebagai sumber energi tidak terbarukan (*unrenewable energy*) dapat dikurangi melalui pemanfaatan energi alternatif lain sebagai bahan bakar dengan memanfaatkan sumber daya alam yang tersedia. Salah satu energi alternatif yang potensial yang dikembangkan yakni bioetanol sebagai energi terbarukan (*unrenewable energy*).

Bioetanol merupakan senyawa alkohol yang diperoleh lewat proses fermentasi biomassa dengan bantuan mikroorganisme. Ragi berperan sebagai biokatalis yang mempercepat suatu reaksi dalam fermentasi.

Bioetanol dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar minyak tergantung dari tingkat kemurniannya. Bioetanol dengan kadar 95-99% dapat dipakai sebagai bahan substitusi premium (bensin), sedangkan kadar 40% dipakai sebagai bahan substitusi minyak tanah (Bustaman, 2008).

Bioetanol dapat diproduksi dari beberapa jenis tanaman berpati (ubi kayu, ketela rambat, jagung, sorgum dan sagu), tanaman bergula (tebu dan sorgum manis), serta biomasa berselulosa (jerami, serbuk kayu, ampas tebu, kulit biji kacang kedelai). Bioetanol juga dapat diperoleh dari bahan baku limbah pengolahan makanan dan hasil pertanian yang masih mengandung selulosa.

Salah satu limbah organik dari hasil pemanfaatan pertanian adalah kulit jagung. Kulit jagung mengandung lignoselulosa dimana komponen lignoselulosa tersebut merupakan sumber utama untuk menghasilkan produk bernilai seperti gula dari hasil fermentasi, bahan kimia, bahan bakar cair, sumber karbon dan energi (Anindyawati, 2010). Kulit jagung memiliki kandungan kimia diantaranya lignin 15,7%, selulosa 36,81% dan hemiselulosa (Ningsih, 2012). Hal ini menunjukkan bahwa kulit jagung memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol.

Penelitian mengenai produksi bioetanol dari limbah kulit jagung telah dilaporkan oleh Agustina *dkk*, (2016). Limbah kulit jagung manis dengan penambahan 4,9 gram ragi roti (*Saccharomyces cerevisiae*) ke dalam 120 mL larutan fermentasi (substrat) disertai variasi inkubasi (lama fermentasi) 2-8 hari menunjukkan bahwa produksi bioetanol tertinggi terjadi pada perlakuan 6 hari inkubasi dengan kadar etanol 4,50%.

Namun sejauh ini belum dilaporkan sehingga penelitian dengan memanfaatkan limbah kulit jagung varietas pulut serta interaksi antara massa ragi dan lama fermentasi terhadap produksi bioetanol penting untuk dilakukan sebagai salah satu upaya untuk memanfaatkan bahan berlignoselulosa sebagai energi terbarukan

## **MATERI DAN METODE**

### **Rancangan Penelitian**

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) pola faktorial dengan 2 perlakuan yakni : konsentrasi ragi (A) 0 gram, 2 gram, 4 gram, 6 gram dan lama fermentasi (B) 0 hari, 2 hari, 3 hari dan 4 hari. Dengan demikian terdapat 16 kombinasi perlakuan, dimana setiap kombinasi diulangi sebanyak 3 kali sehingga terdapat 48 unit perlakuan.

### **Proses pretreatment**

Kulit jagung diambil dari pasar Oesapa, pasar Inpres, area Eltari dan area Tedis Kupang. Kulit jagung yang diambil adalah kulit jagung yang berwarna hijau. Kulit jagung dicuci, dicacah dan dijemur di bawah sinar matahari selama 3 hari. Kulit jagung yang sudah kering dihaluskan dan diayak untuk mendapatkan bubuk halus. Bubuk halus dikeringkan dengan oven selama 2 jam pada suhu 100°C.

### **Proses Delignifikasi**

Seratus gram sampel serbuk kulit jagung dimasukkan ke dalam gelas kimia, ditambahkan 1000 mL NaOH 0,1 M, dipanaskan selama 90 menit pada suhu 100°. Residu campuran disaring dengan kertas saring dan dipanaskan kembali selama 4 jam pada suhu 100°C.

### **Hidrolisis**

Seratus gram serbuk kulit jagung yang telah didelignifikasi, dihidrolisis dengan penambahan 1000 mL HCl 0,5 M dan dipanaskan pada suhu 100°C selama 2 jam, didinginkan dan disaring. Filtrat yang didapat disimpan dalam pendingin (suhu 4°C) sampai siap untuk digunakan.

### **Fermentasi**

Filtrat hasil hidrolisis dimasukan ke dalam masing-masing erlenmeyer sebanyak 200 mL yang telah berisi 2 gram urea (CO(NH<sub>2</sub>)<sub>2</sub>), dipanaskan selama 10 menit kemudian didinginkan. Sebanyak 0, 2, 4 dan 6 gram ragi tape dimasukan ke dalam setiap erlenmeyer, diaduk hingga homogen, ditutup dengan alumunium foil dan diinkubasi pada suhu ruang. Lama inkubasi atau lama fermentasi adalah 0, 2, 3 dan 4 hari sesuai perlakuan.

### **Destilasi**

Hasil fermentasi didestilasi untuk memisahkan alkohol dengan pelarut dan air. Erlenmeyer yang berisi larutan hasil fermentasi dipasang pada rangkaian alat destilator dan dipanaskan pada suhu 80°C selama 2 jam. destilat yang diperoleh ditentukan kadar etanolnya dengan menggunakan alkoholmeter (Agustina *dkk*, 2016).

## **HASIL DAN PEMBAHASAN**

Hasil perhitungan kadar glukosa filtrat hasil hidrolisis kulit jagung pulut dengan metode Anthrone yakni 16,9%. Hasil uji analisis varians pengaruh interaksi massa ragi tape dan lama fermentasi terhadap produksi bioetanol dari limbah kulit jagung pulut dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Analisis Varians Pengaruh Massa Ragi dan Lama Fermentasi Kulit Jagung Pulut

Variabel	Db	NTP	$F_{t(\alpha 0,05)}$	Fh	Ket
Massa Ragi	3	8,75	3,01	105	S
Lama Fermentasi	3	14,139	3,01	169,667	S
Interaksi Massa Ragi & Lama Fermentasi	9	1,324	2,30	15,889	S

*Ket. Db = derajat bebas, NTP = nilai tengah perlakuan,  $F_{t(\alpha 0,05)}$  = F tabel dengan taraf kepercayaan 5%, Fh = F hitung*

Tabel 2. Rata-rata persentase (%) Kadar Etanol per Unit Perlakuan

Kombinasi perlakuan	Kadar Etanol (%)	Kombinasi perlakuan	Kadar Etanol (%)
A <sub>0</sub> B <sub>0</sub>	0,00 <sup>a</sup>	A <sub>1</sub> B <sub>2</sub>	1,67 <sup>c</sup>
A <sub>0</sub> B <sub>1</sub>	0,00 <sup>a</sup>	A <sub>2</sub> B <sub>1</sub>	2,00 <sup>c</sup>
A <sub>1</sub> B <sub>0</sub>	0,00 <sup>a</sup>	A <sub>2</sub> B <sub>2</sub>	2,00 <sup>c</sup>
A <sub>2</sub> B <sub>0</sub>	0,00 <sup>a</sup>	A <sub>3</sub> B <sub>1</sub>	2,00 <sup>c</sup>
A <sub>3</sub> B <sub>0</sub>	0,00 <sup>a</sup>	A <sub>3</sub> B <sub>2</sub>	2,67 <sup>d</sup>
A <sub>0</sub> B <sub>2</sub>	1,00 <sup>b</sup>	A <sub>1</sub> B <sub>3</sub>	3,00 <sup>d</sup>
A <sub>0</sub> B <sub>3</sub>	1,00 <sup>b</sup>	A <sub>2</sub> B <sub>3</sub>	3,00 <sup>d</sup>
A <sub>1</sub> B <sub>1</sub>	1,00 <sup>b</sup>	A <sub>3</sub> B <sub>3</sub>	4,00 <sup>e</sup>

*Ket. Angka-angka yang diikuti dengan huruf berbeda pada kolom menunjukkan pengaruh nyata.*

Tabel 1 menunjukkan bahwa ada pengaruh interaksi yang signifikan ( $p < 0,01$ ) antara massa ragi tape dan lama fermentasi terhadap produksi bioethanol dari limbah kulit jagung pulut. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu fermentasi aktivitas mikrobia mengalami pertumbuhan dan semakin banyak memperbanyak diri, dengan demikian jumlah glukosa yang diuraikan menjadi alkohol semakin banyak.

Hasil uji nilai tengah perlakuan dengan uji DMRT didapat 5 kelompok kombinasi perlakuan, yang unit perlakuannya berbeda tidak nyata ( $p > 0,05$ ) dengan perlakuan lainnya dalam setiap kelompok namun berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dengan unit perlakuan dari kelompok lain (Tabel 2).

Kadar etanol kelompok 1 adalah 0,00% yang ditemukan pada kombinasi perlakuan A<sub>0</sub> B<sub>0</sub>, A<sub>0</sub> B<sub>1</sub>, A<sub>1</sub> B<sub>0</sub>, A<sub>2</sub> B<sub>0</sub> dan A<sub>3</sub> B<sub>0</sub> berbeda nyata ( $p < 0,05$ ) dengan kadar etanol kelompok 2 pada kombinasi perlakuan A<sub>0</sub>B<sub>2</sub>, A<sub>0</sub>B<sub>3</sub> dan A<sub>1</sub>B<sub>1</sub>. Pada unit perlakuan A<sub>0</sub>B<sub>0</sub>, A<sub>0</sub>B<sub>1</sub> proses fermentasi terjadi secara lambat dimana proses konversi glukosa menjadi lambat tanpa ragi sebagai biokatalis. Perombakan glukosa menjadi ATP berlangsung lambat tanpa bantuan mikroba. Glukosa akan dirombak menjadi senyawa lain dengan adanya enzim zimase yang dihasilkan oleh mikroba. Khamir memanfaatkan glukosa untuk tumbuh dan mengubah sebagian glukosa menjadi alkohol (etanol). Sedangkan pada perlakuan A<sub>1</sub>B<sub>0</sub>,

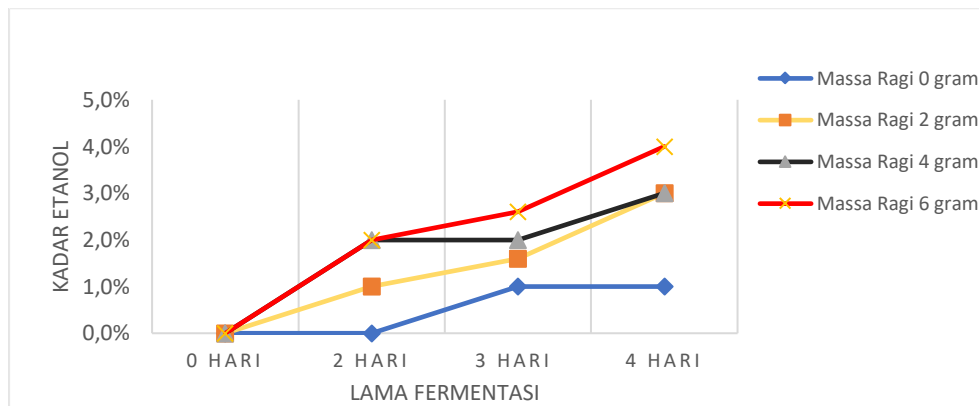
### Hasil Penelitian

A<sub>2</sub>B<sub>0</sub>, A<sub>3</sub>B<sub>0</sub> dengan penambahan ragi 2 gram, 4 gram dan 6 gram dan lama fermentasi 0 hari atau tanpa fermentasi tidak menghasilkan etanol karena mikroba pada ragi belum tumbuh dan beradaptasi dengan lingkungan substrat sehingga tidak terjadi aktivitas konversi glukosa. Hal ini menunjukan bahwa tanpa fermentasi (0 hari), konversi glukosa tidak terjadi sehingga kadar etanol 0,00%. Pada perlakuan dengan kombinasi massa ragi 2 gram dan lama fermentasi 2 hari, mikrobia sudah mulai beradaptasi dengan lingkungan substrat dan mulai memanfaatkan glukosa untuk memperbanyak diri serta menghasilkan etanol.

Kadar etanol kelompok 3 adalah 1,67-2,00% yang ditemukan pada kombinasi perlakuan A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>, A<sub>2</sub>B<sub>1</sub>, A<sub>2</sub>B<sub>2</sub> dan A<sub>3</sub>B<sub>1</sub> berbeda nyata dengan kadar etanol kelompok 4 yakni sebesar 2,67-3,00% pada kombinasi perlakuan A<sub>3</sub>B<sub>2</sub>, A<sub>1</sub>B<sub>3</sub> dan A<sub>2</sub>B<sub>3</sub>. Semakin meningkat massa ragi maka waktu fermentasi semakin panjang dan kadar etanol yang dihasilkan semakin meningkat. Pada unit perlakuan A<sub>1</sub>B<sub>2</sub>, A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> dan A<sub>2</sub>B<sub>2</sub> dengan penambahan massa ragi yang sedikit (2 dan 4 gram) dan lama fermentasi panjang (2 dan 3 hari) akan memiliki kadar bioetanol yang tidak jauh berbeda dengan perlakuan dengan penambahan massa ragi 6 gram dan lama fermentasi yang pendek (2 hari). Hal ini disebabkan karena dengan adanya penambahan massa ragi maka akan terjadi kompetisi antara mikroba dalam ragi untuk tumbuh sehingga menyebabkan proses fermentasi semakin lambat. Dengan adanya penambahan massa ragi maka lama fermentasi semakin panjang.

Pada perlakuan A<sub>2</sub>B<sub>1</sub> dan A<sub>2</sub>B<sub>2</sub> kadar etanol yang dihasilkan adalah 2% dengan lama fermentasi 2 dan 3 hari. Hal ini disebabkan karena pada hari ke-2 sampai hari ke-3, merupakan fase permulaan perkembangbiakan mikroba, terjadi kompetisi antara mikroba dalam memanfaatkan glukosa sebagai sumber energi.

Kadar etanol kelompok 4 pada kombinasi perlakuan A<sub>3</sub>B<sub>3</sub> menghasilkan kadar etanol tertinggi yakni 4,00%. Hal ini karena mikroba mulai bekerja secara sinergis dalam mengkonversi gula, dimana *Candida* menghasilkan enzim invertase yang mampu mengubah sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa. Selanjutnya monosakarida yang terbentuk akan diuraikan oleh *Saccharomyces* dan *Hansenula* menjadi etanol. Khamir *Saccharomyces* mengkonversi glukosa dengan menggunakan jalur EMP menghasilkan piruvat. Piruvat diubah menjadi asetildehida (senyawa berkarbon 2 atau C<sub>2</sub>) dengan melepaskan CO<sub>2</sub>. Asetildehida akan mengikat ion H<sup>+</sup> dari penguraian NADH menjadi NAD<sup>+</sup> dan membentuk senyawa etil alkohol/etanol. Interaksi massa ragi dan lama fermentasi terhadap kadar bioetanol kulit jagung pulut merupakan interaksi positif dimana kadar etanol yang dihasilkan cenderung meningkat (Gambar 1).



Gambar 1. Grafik kenaikan kadar etanol pada perlakuan interaksi massa ragi dan lama fermentasi

Menurut Asngad *dkk* (2011) dalam Nasrun *dkk* (2015), semakin lama proses fermentasi dan semakin banyak dosis ragi yang diberikan maka volume dan kadar bioetanol semakin meningkat. Semakin tinggi jumlah ragi yang ditambahkan, semakin banyak khamir dan bakteri yang terdapat dalam substrat fermentasi dan semakin lama fermentasi jumlah mikroorganismenya juga semakin meningkat karena adanya proses pertumbuhan. Semakin banyak mikroorganismenya maka konversi gula akan semakin tinggi dan menyebabkan kadar etanol meningkat. Kadar etanol tertinggi yang diperoleh dalam penelitian ini adalah 4% pada perlakuan dengan kombinasi massa ragi 6 gram dan lama fermentasi 4 hari.

## PENUTUP

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ada interaksi positif antara massa ragi dan lama fermentasi terhadap produksi bioalkohol dari limbah kulit jagung pulut dengan kadar etanol tertinggi 4% pada kombinasi perlakuan dengan penambahan massa ragi 6 gram dan lama fermentasi 4 hari.

### Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan durasi fermentasi yang lebih lama dengan jumlah ragi yang sama.
2. Perlu dilakukan pengukuran kadar glukosa setelah fermentasi.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mendapatkan kondisi optimum massa ragi dan lama fermentasi dengan memanfaatkan kulit jagung pulut.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, Reni., Ratman dan I. Said. 2016. Pengaruh Waktu Fermentasi Terhadap Kadar Bioetanol Dari Kulit Jagung Manis (*Zea Mays Saccharata*). *Jurnal Akademi Kimia*, 5(4), 197-201. November 2016.
- Anindyawati, Trisanti. 2010. Potensi Selulase dalam Mendegradasi Limbah Pertanian Untuk Pupuk Organik. *Jurnal Selulosa LIPI*, 45(2),70-77.Cibinang
- Apriwinda. 2013. Studi Fermentasi Nira Batang Sorgum Manis (*Sorghum bicolor (L) Moench*) Untuk Produksi Etanol. *Tugas Akhir Program Keteknikaan Pertanian Universitas Hasanudin*. Makasar.Tidak diterbitkan.

- Badan standarisasi Nasional. 1994. *SNI 06-3565-1994 Sifat Fisik Etanol*. Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.
- Bustaman, S. 2008. Strategi pengembangan Bioetanol berbasis Sagu di Maluku. *Perspektif*, 7(2), 65-67.
- Dwidjoseputro, D. 1990. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Djambatan. Jakarta.
- Fagbemigun, Taiwo K., O.D.Fagbemi, O.Otitujo, E. Mgbachuzor dan C.C.Igwe. 2014. Pulp and Paper-Making Potential of Cornhusk. *International Journal of Agri Science*, 4(4), 209-213.
- Fan, L.T., Y.H. Lee, and M.M. Gharpuray. 1982. *The Nature of Lignocellulosics and Their Pretreatment for Enzymatic Hydrolysis*. Adv. Bichem. England.
- Farnham, D.E., G.O.B., and R.B.Pearce. 2003. *Corn Perspective and Culture*. In P.J. white and L.A. Jhonso (Eds). Corn chemistry and technology second edition. American association of cereal chemist inc., Minnesota. 1-33.
- Fitriani. 2013. Produksi Bioetanol Tongkol Jagung (*Zea Mays*) dari Hasil Proses Delignifikasi. *Jurnal of Natural Science*, 2(3), 66-74.
- Kurniawan, Tri Budi., Siti H. Bintari dan R. Susanti. 2014. Efek Interaksi Ragi Tape dan Ragi Roti terhadap Kadar Bioetanol Ketela Pohon (*Manihot utilissima* Pohl) Varietas Mukibat. *Journal of Biology and Biology Education*, 6 (2), 152-160.
- Nasrun, Jalaludin dan Mahfuddhah. 2015. Pengaruh Jumlah Ragi dan Waktu Fermentasi terhadap Kadar Bioetanol yang Dihasilkan dari Fermentasi Kulit Pepaya. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 4(2), 1-10. Aceh.
- Ningsih, E. R. 2012. Uji kinerja digester pada proses pulping kulit jagung dengan variabel suhu dan waktu pemasakan. *Tugas Akhir* Fakultas Teknik, Program Studi Diploma III Teknik Kimia. Universitas Diponegoro. Semarang. Tidak diterbitkan.
- Nugroho, Astuti., E. Effendi dan L. Wongso. 2009. Produksi Etanol dari limbah padat Tapioka Dengan *Apergillus Niger* dan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal teknologi Lingkungan Universitas Trisakti*, 4(4), 113-118. Jakarta.
- Said, M., A.W.M. Diah dan Sri M. Sabang. 2014. Sintesis Bioetanol dari Jerami Padi (*Oryza sativa* L) melalui Fermentasi. *Jurnal Akademi Kimia*, 2(4), 178-182.
- Taherzadeh, M. J., and Karimi, K. 2007. Acid-based hydrolysis processes for ethanol from lignocellulosic materials. *Bioresources*, 2 (3), 472-499.