



# **SEMINAR NASIONAL ALFA III**

**"PEMBELAJARAN AKTIF DALAM KONTEN DAN  
KONTEKS KURIKULUM 2013"**

**Jurusan IPA Terpadu  
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Negeri Semarang**



## ALKOHOL DARI LIMBAH KULIT PISANG : OBSERVASI DAN MEDIA PEMBELAJARAN KONSEP FERMENTASI PADA PESERTA DIDIK

Siti Harnina Bintari  
KBK Bioteknologi Jur Biologi FMIPA Unnes  
E-mail : [ninabintari@yahoo.com](mailto:ninabintari@yahoo.com)

### ABSTRACT

Kulit pisang merupakan limbah organik mengandung karbohidrat dan beberapa mineral penting yakni Ca, P dan Fe. Beberapa produk dapat dibuat dari kulit pisang yakni protein sel tunggal, nata, alkohol (bioetanol) dan lainnya. Starter untuk mengolah kulit pisang menjadi produk komersial antara lain fermipan. Pembentukan alkohol dari reaksi kulit pisang dan fermipan pada skala laboratorium perlu diamati sebagai media pembelajaran konsep fermentasi pada peserta didik guna memberikan informasi tentang pemanfaatan limbah marginal untuk dibuat produk komersial lainnya. Tujuan penelitian yang dilakukan yaitu membuktikan terbentuknya alkohol pada reaksi kulit pisang dan fermipan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah observasi penggunaan kulit pisang untuk pembuatan alkohol digunakan fermipan. Sebagai starter dengan konsentrasi 3,6; 3,9; 4,2; 4,5; 4,8 dan 5,1%. Variabel yang diamati adalah konsentrasi alkohol yang terbentuk dalam %. Kondisi yang dikontrol adalah abiotik dan alat-peralatan fermentasi. Data dianalisis secara diskriptif-kualitatif. Hasil yang didapatkan yaitu, trend yang terlihat membuktikan bahwa fermipan berisi kumpulan sel khamir *Saccharomyces cerevisiae* dapat menghasilkan alkohol pada substrat kulit pisang. Kesimpulan penelitian adalah pada konsentrasi 5,1% dapat menghasilkan alkohol sebesar 17,99%.

**Kata kunci :** kulit pisang, fermipan, alkohol, pembelajaran.

### PENDAHULUAN

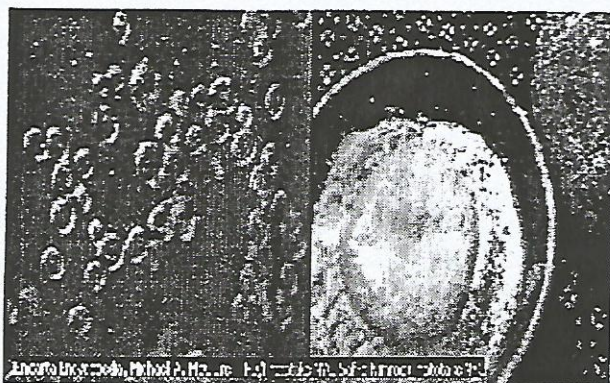
Kulit pisang merupakan salah satu limbah organik yang melimpah di Indonesia. Seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk maka kebutuhan buah pisang juga bertambah. Dari data BPS (Badan Pusat Statistik) Indonesia produksi pisang di Jawa Tengah (831.158 ton pada tahun 2008) menduduki peringkat ketiga terbesar di Indonesia setelah Jawa Barat dan Jawa Timur (1.313.935 dan 1.082.070 ton) (Trisno, 2011). Komoditas pisang yang melimpah menghasilkan kulit pisang yang melimpah pula, di mana umumnya hanya dibuang sebagai sampah. Peraturan Pemerintah No. 18 tahun 1999 tentang kegiatan memperoleh kembali atau menggunakan kembali atau daur ulang bertujuan untuk mengubah suatu limbah menjadi suatu produk yang dapat digunakan dan juga aman bagi lingkungan dan kesehatan Manusia. Beberapa observasi telah dilakukan yaitu pemanfaatan

kulit pisang dan limbah cair rendaman kedelai untuk pembuatan PST dan nata, limbah rebusan tempe untuk pembuatan soyghurt dan lain sebagainya. Beberapa limbah yang dapat digunakan untuk pembuatan alkohol adalah bonggol tanaman pisang ketela pohon, limbah bonggol jagung dan limbah karbohidrat lainnya. Pada kulit pisang komposisi pati diperkirakan mencapai 59% dan dapat diperoleh secara maksimal dengan pembentukan tepung kulit pisang (Retno D T dan Nur W, 2011). Salah satu upaya pemanfaatan kulit pisang adalah untuk bahan baku produk fermentasi dengan bantuan mikroba alkoholik yakni *Saccharomyces cerevisiae* menghasilkan alkohol (bioetanol). Selama ini ada beberapa produk bioetanol dapat dibuat menggunakan starter berbeda yakni fermipan, ragi tape, dan gabungan antara ragi tape dan fermipan serta lainnya. Produk alkohol dari limbah organik sudah digalakkan sejak dulu dan sekarang terus didorong untuk dapat



menggantikan bahan bakar dari minyak bumi. Alkohol yang dihasilkan biasa dinamakan bioetanol. Teknologi fermentasi alkohol merupakan kajian fermentasi melalui peran mikroorganisme yang mempunyai sifat dapat mengubah karbohidrat menjadi alkohol. Mikroorganisme yang mempunyai sifat demikian biasanya dipegang oleh Fungi dari kelompok sel khamir antara lain genus *Pichia*, *Candida*, *Saccharomyces*, *Debaryomyces*, *Hansenula*, *Schizosaccharomyces* dan lain sebagainya (Kreger van Rij, 1983). Sel *Saccharomyces* sudah dikenal sebagai sel khamir yang mempunyai peran sebagai pengembang pada pembuatan roti, di mana sel khamir ini memerlukan oksigen dalam hidupnya untuk bertahan hidup dan untuk tumbuh kembang sel. Selanjutnya untuk pada tahap fermentasi mikroorganisme yang bersifat fermentatif dapat mengubah karbohidrat dan turunannya menjadi alkohol. Pada fermentasi tidak dibutuhkan oksigen artinya sel khamir bersifat anaerob. Untuk reaksi yang terjadi pada adonan roti yang diinokulasi dengan ragi roti adalah sbb :

$C_6H_{12O_6} \rightarrow CO_2 + H_2O + \text{energi}$   
O<sub>2</sub> yang terbentuk akan mendesak dan mendorong adonan yang mengakibatkan adonan mengembang. Ragi roti yang dimaksud di atas, berperan untuk pengembang roti mempunyai nama dagang "fermipan". Fermipan yang diperjualbelikan mempunyai dua tampilan yakni curah dan kemasan permanen. Fermipan merupakan kumpulan sel *Saccharomyces cerevisiae* dalam carrier tepung. Bentuk sel *S. cerevisiae* bulat sampai oval, mempunyai budding (tunas) (Gambar 1). Mengembangnya adonan memberi efek pada kelembutan, keempukan roti yang dihasilkan.



Gambar 1. Bentuk sel *Sacharomyces cerevisiae*

dan gambaran adonan roti yang sedang mengembang

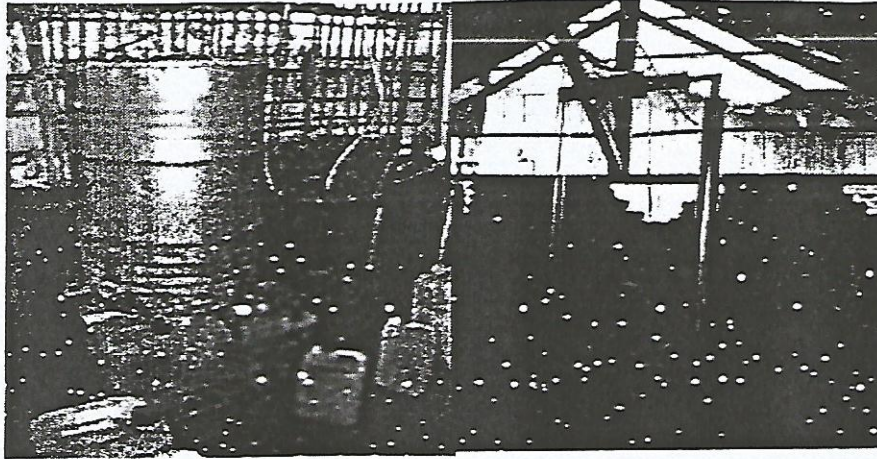
Proses pengembangan adonan roti oleh sel ragi roti memerlukan waktu yang relatif singkat antara 30 – 60 menit, selebihnya bila proses pemeraman berlanjut maka produk yang diperoleh bukan adonan yang mengembang namun bisa sampai terbentuk alkohol. *S. cerevisiae* merupakan sel khamir yang hidup pada pH asam dan temperatur 25°C - 30°C. Produk alkohol akan meningkat bila temperatur dinaikkan sampai batas sekitar temperatur 45°C (Brock, et al 1994). Beberapa kajian pemanfaatan ragi roti (*S.cerevisiae*) dapat digunakan untuk permainan, misalnya balon, bila pada bagian bawah balon dikaitkan pada lubang erlenmeyer berisi larutan terdiri atas air, ragi roti dan gula; maka sel khamir dalam ragi akan mengeluarkan gas CO<sub>2</sub> yang dapat menggelembungkan balon. Permainan ini disebut balon ajaib (Gambar 2).



Gambar 2. Gambaran balon menggelembung karena aktivitas sel *Saccharomyces cerevisiae* pada produk fermipan (Bintari, 2014)

Sementara ini, produksi alkohol (bioetanol) pada skala komersial dapat dilakukan dengan menggunakan bahan dasar ketela pohon. Bagian ketela pohon yakni pangkal atau yang beracun semisal ketela mukibat dapat dimanfaatkan untuk diubah menjadi alkohol atau bioetanol. Teknologi fermentasi yang digunakan meliputi gabungan substrat-proses-produk terlihat pada Gambar 3 dan 4. Di sini, ketela pohon perlu dibuat *pulp* dan starter yang digunakan adalah fermipan yang berisi sel khamir *Saccharomyces cerevisiae*





Gambar 3. Peralatan perebusan dan penyulingan pada fermentasi pembuatan bioetanol dari ketela pohon



Gambar 4. Peralatan fermentasi dan produk akhir berupa alkohol (bioetanol) dalam jirigen

Permasalahan yang ingin dibahas adalah berapa jumlah alkohol terbentuk dari reaksi substrat kulit pisang dan fermipan. Adapun tujuan yang dikemukakan adalah membuktikan terbentuknya alkohol pada reaksi antara substrat kulit pisang dan fermipan.

#### Metode Penelitian

Penelitian pendahuluan dengan rancangan acak lengkap, menggunakan limbah kulit pisang dan fermipan. Kulit pisang yang digunakan beragam dari beberapa jenis pisang dari penjual makanan goreng. Jumlah substrat kulit pisang yang digunakan per sampel adalah 500 gram.

Fermipan yang digunakan adalah produk fermipan bermerk yang diperoleh dari toko roti. Variabel bebas adalah pemberian fermipan dengan konsentrasi 3,6; 3,9; 4,2; 4,5; 4,8 dan 5,1 (%). Variabel terikat adalah konsentrasi alkohol yang terbentuk dalam %. Variabel yang dikendalikan adalah kondisi abiotik dan alat-peralatan fermentasi. Data dianalisis menggunakan uji Anava satu arah dengan tingkat signifikansi 5%.

Konsentrasi fermipan terhadap substrat kulit pisang pada penelitian diuraikan sebagai berikut :



- P1 : 3,6 % = 18,0 gram dalam 500 gram kulit pisang
- P2 : 3,9 % = 19,5 gram dalam 500 gram kulit pisang
- P3 : 4,2 % = 21,0 gram dalam 500 gram kulit pisang
- P4 : 4,5 % = 22,5 gram dalam 500 gram kulit pisang
- P5 : 4,8 % = 24,0 gram dalam 500 gram kulit pisang
- P6 : 5,1 % = 25,5 gram dalam 500 gram kulit pisang

Fermentasi dilakukan pada wadah bekas botol air kemasan dan gas yang keluar dan dialirkan ke dalam erlenmeyer yang berisi air. Bahan yang digunakan dapat berasal dari : botol bekas kemasan air, slang/sedotan.

Disain tempat fermentasi ditata sedemikian sehingga gas CO<sub>2</sub> yang terbentuk dapat ditampung dalam tabung erlenmeyer (Gambar 5). Selanjutnya variabel yang dikendalikan adalah lingkungan abiotik dan alat-peralatan fermentasi. Data dianalisis menggunakan Anava satu arah dengan tingkat signifikansi 5%.

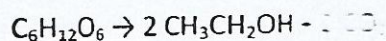
### Hasil dan Bahasan

Pembuatan alkohol dari bahan organik yakni limbah pertanian, limbah industri pertanian dan bagian dari tanaman dapat dijadikan arena belajar dan media pembelajaran peserta didik di sekolah. Alkohol yang dibuat melalui peran mikroba sering disebut sebagai bioetanol. Bioetanol merupakan produk turunan dari sumber nabati al. ubi kayu yang sekarang perlu giat dikembangkan. Salah satu program Pendidikan Biologi/KBK Pendidikan Biologi mengembangkan penelitian untuk mahasiswa meliputi kajian evaluasi pembelajaran, pembuatan bahan ajar/media dan strategi pembelajaran.

Pengembangan bahan ajar atau media pembelajaran banyak diteliti oleh mahasiswa, karena permasalahan di lapangan yang sangat kompleks terutama masalah limbah dan pemanfatannya. Diawali dengan permainan edukatif, misalnya pada balon ajaib; di mana biasanya balon dapat menggelembung karena

ditiup yaitu ada masukan gas dari peniup masuk ke balon. Namun pada permainan balon ajaib, balon menggelembung karena ada gas hasil respirasi mikroba (dalam hal ini sel khamir) *Saccharomyces cerevisiae* mengalir masuk kedalam balon (Gambar 2) dan juga terjadi pada pengembangan roti oleh sel khamir (Gambar 1) dalam produk fermipan. Dalam kondisi seperti ini siswa secara tidak langsung digiring untuk memahami konsep respirasi yang terjadi pada sel khamir *S. cerevisiae* karena efek reaksi dengan gula.

Reaksi respirasi yang terjadi pada sel khamir dengan substrat gula, bila dilanjutkan maka akan lain hasilnya; di sini sel khamir akan melakukan tahap lanjut yaitu fermentasi seperti misalnya pada fermentasi alkohol. Produk alkohol adalah hasil kinerja enzim  $\alpha$ -amilase dan gliukoamilase dari mikroba yang diinkubasi sebagai akibat sakarifikasi pati ubi kayu pada produksi bioethanol. Telah terbukti bahwa alkohol terbentuk pada setiap level konsentrasi fermipan dalam 500 gram kulit pisang. Nampak bahwa dari 3,6% sampai 5,1% terus terjadi kenaikan alkohol yang terbentuk. Memang dalam proses fermentasi pemberian ragi antara 1% - 10% masih dalam suatu range yang "baik" untuk menghasilkan produk fermentasi yang diinginkan. Reaksi sederhana gula menjadi alkohol dan gas karbon dioksida yang terjadi adalah sebagai berikut



Rerata alkohol yang terbentuk %	Pemberian fermentasi
7,41	P1 : 3,6 % = 18,0 gram
9,71	P2 : 3,9 % = 19,5 gram
11,38	P3 : 4,2 % = 21,0 gram
12,54	P4 : 4,5 % = 22,5 gram
13,46	P5 : 4,8 % = 24,0 gram
17,99	P6 : 5,1 % = 25,5 gram



Tabel 1. Rerata alkohol dari berbagai variasi pemberian fermipan

Fermipan merupakan produk komersial berupa kumpulan sel sejenis yakni sel khamir dari jenis *Saccharomyces cerevisiae*. Sel khamir ini termasuk sel yang bersifat fermentatif mengubah gula (glukosa) menjadi alkohol (etanol), selain itu sel khamir mempunyai enzim amilase yang berperan untuk proses sakharifikasi. Kondisi optimum proses sakharifikasi; sel khamir pada fermipan dan faktor lingkungannya telah membuktikan bahwa fermipan dapat digunakan untuk membuat alkohol dalam skala pembelajaran di sekolah dan skala produksi rumah tangga untuk tujuan pemanfaatan limbah dan bisnis.

Sementara, kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi telah berhasil memberi kontribusi tentang potensi bahan-bahan yang mengandung pati sebagai bahan baku untuk pembuatan alkohol (bioetanol). Pembuatan bioetanol dapat menggunakan fermipan, dimana pada hasil observasi menunjukkan bahwa kinerja sel khamir pada fermipan maksimal dan dengan bertambahnya konsentrasi fermipan meningkat pula konsentrasi alkohol. Sel khamir pada fermipan dapat mengubah gula menjadi alkohol. Pati, suatu polisakarida yang dibentuk oleh monomer-monomer glukosa, banyak terdapat di alam dalam bentuk cadangan bahan makanan dari tumbuh-tumbuhan. Untuk substrat kulit pisang mempunyai potensi menjadi bahan baku komersial untuk diubah menjadi produk fermentasi yang bernilai bisnis. Produk yang dapat dibuat adalah dari limbah kulit pisang adalah bioetanol, PST, Nata dan pupuk organik, xilase dan lainnya. Bahan baku yang mengandung pati antara lain bonggol jagung, kelompok padi-padian dan umbi-umbian dan limbah kulit buah.. Kulit pisang merupakan salah satu jenis limbah mengandung pati. Kulit pisang tidak dapat difermentasi secara langsung oleh ragi yang umum digunakan pada proses fermentasi etanol, tahapan proses konversi pati menjadi gula yang

dapat dilakukan dengan penghancuran kulit pisang menjadi bubur kulit pisang (pulp), kemudian fermentasi dengan fermipan.

Pemanfaatan alkohol sangat luas, bioetanol juga merupakan senyawa kimia antara yang sangat bermanfaat untuk pembuatan produk-produk industri kimia dapat digunakan sebagai pengganti bahan bakar (Balat, dkk., 2008). Proses konversi pati pada kulit pisang menjadi glukosa sebagai senyawa antara pembuatan bioetanol merupakan proses yang sangat penting dan menarik untuk diamati oleh para anak sekolah. Langkah-langkah pengamatan yang dilakukan adalah persiapan bahan baku, starter, peralatan dan cara purifikasi produk. Fermentor produksi yang digunakan adalah alat sederhana dengan menggunakan botol bekas kemasan air minum, labu erlenmeyer 500 mL dan peralatan slang plastik.

Teknologi produksi etanol diasumsikan menggunakan kulit pisang sebagai bahan baku, tetapi tidak menutup kemungkinan digunakannya biomassa yang lain, yakni bonggol (bagian pangkal) pisang, bonggol jagung, limbah cair pertanian dan limbah buah lainnya. Secara umum, produksi bioetanol ini mencakup 3 (tiga) rangkaian proses, yaitu: Persiapan Bahan baku, Fermentasi, dan Pemurnian. Di sisi lain, teknologi fermentasi ini dapat digunakan untuk media belajar untuk mendorong rasa ingin tahu peserta didik pada tingkat dasar dan menengah.

### Kesimpulan

Kulit pisang mempunyai potensi baik untuk dijadikan bahan baku pembuatan alkohol. Fermipan sebagai pengembang pembuatan roti dapat digunakan untuk dijadikan starter pada pembuatan alkohol. Pemberian fermipan konsentrasi 5,1% dapat menghasilkan alkohol sebesar 17,99%, sampai penggunaan konsentrasi fermipan 5,1%, alkohol yang dihasilkan tinggi dan meningkat seiring bertambahnya konsentrasi fermipan yang diinokulasikan.



## SIMPULAN

Pembuatan ragi dengan kayu manis perlu diuji lebih dalam dan dikembangkan menjadi ragi tape permanen. Keberadaan mikrobia pada ragi mempengaruhi *flavour* tape yang dihasilkan. *Pichia sp.* dan *Mucor sp.* terdapat pada ragi yang dibuat dari rempah tunggal kayu manis. Dari rempah rempah tersebar potensi mikrobia sakharolitik, fermentatif dan dekomposer, perlu dilestarikan sebagai sumber daya genetik mikrobia.

## DAFTAR PUSTAKA

- Basuki T. 1977. The less well-known fermented food stuffs of Indonesia. *Symposium on Indigenous Fermented Foods*. Bangkok, Thailand.
- Bintari SH. 2014. Producing solid brem using combined *Mucor rouxianus* and *Hyphopichia burtonii* inoculum. *GSTF J Biosci (JBio)*, 3(1):2251-3140.
- Cronk TC, Stenkraus KH, Hackler LR, & Mattick LR. 1977. Indonesian tape ketan fermentation. *App Environ Microbiol*, 33(5): 1067-1073.
- Djien KS. 1972. Application environment. *Microbiol*, 23(5): 976-978
- Dwijoseputro D. 1970. Microbiological Studies of Indonesian Ragi. *Disertation*. Nashville: Tennessee.
- Gilman JC. 1966. *A Manual of Soil Fungi*. Iowa: The Iowa State University Press.
- Kreger van Rij NJW. 1984. *The Yeast: A Taxonomic Study*. Amsterdam: Elsevier Science Publ.
- Saono JKD. 1982. Microflora of ragi: Its composition and as source of industrial yeast. *Proceeding of a Technical Seminar* (241-249). Jakarta: The Indonesian Institute of Sciences.
- Steinkraus KH. 1983. *Handbook of Indigenous Fermented Foods*. New York: Marcel Dekker. p.671.
- Wibowo DK & Rahayu. 1986. Conditions of processing of solid brem, fermented glutinous rice in Madiun Indonesia. *Microbia*