

## STUDI BANDING PENGARUH UREA DAN PIRIDOXIN SEBAGAI NUTRISI PADA PROSES FERMENTASI LIMBAH CAIR PABRIK GULA

Setiaty Pandia\*

### ABSTRAK

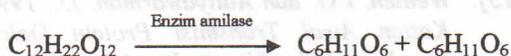
Molase merupakan limbah pabrik gula yang mengandung karbohidrat, bernilai ekonomis rendah dan melalui proses fermentasi menghasilkan alkohol. Dengan memvariasikan kondisi operasi antara lain lama fermentasi, tingkat keasaman (pH) dan konsentrasi molase sebagai media fermentasi, diamati kualitas dan kuantitas butanol yang dihasilkan dengan penambahan nutrisi berupa urea ataupun piridoxin sebanyak 2 ppm. Penambahan piridoxin dan urea menghasilkan butanol dengan kualitas dan kuantitas lebih baik daripada penambahan piridoxin atau urea saja. Dengan nutrisi piridoxin dan urea ( masing-masing 2 ppm ), 500 ml molase dengan konsentrasi 50% volume, lama fermentasi 44 jam serta pH 5,0 menghasilkan 38 ml butanol dengan kemurnian 94,3% (volume).

Kata kunci : molase, fermentasi, piridoxin, urea, butanol

### PENDAHULUAN

Molase (tetes gula) adalah limbah industri gula yang masih banyak mengandung gula. Bahan ini merupakan sirup yang tertinggal setelah pengkristalan gula dari air tebu yang telah dipekatkan. Kandungan sukrosa dalam molase berkisar antara 50% hingga 60% dengan pH sebesar 5,5 – 6,5 ( Laporan Pabrik Gula PTP IX, 1998 ). Karena kandungan gulanya yang cukup banyak ini, molase merupakan bahan baku yang baik untuk pembuatan alkohol dengan proses fermentasi.

Sukrosa termasuk senyawa disakarida yang dapat diubah menjadi senyawa monosakarida melalui proses hidrolisa sesuai dengan reaksi :



Selanjutnya senyawa glukosa diubah menjadi alkohol melalui proses fermentasi.

Proses fermentasi adalah proses oksidasi tidak sempurna yang dihasilkan oleh mikroorganisme terhadap bahan baku yang komposisi utamanya adalah karbohidrat. Jenis mikroorganisme yang paling umum digunakan untuk produksi butanol adalah yeast [2] dengan spesies yang paling produktif adalah *Clostridium* Sp.

Secara keseluruhan proses fermentasi berlangsung dalam 2(dua) tahapan sebagai berikut:

a. pemecahan rantai glukosa menjadi asam piruvat dengan mengeliminasi dua pasang atom hidrogen.

b. Reduksi asam piruvat oleh atom-atom hidrogen yang dihasilkan pada tahap pertama.

Berdasarkan proses glikolisa, mekanisme reaksi pembuatan butanol dari bahan berkarbohidrat diperkirakan berlangsung melalui tahap berikut (Brock, et al,1984).

- Glukosa difosporilasi oleh ATP menjadi D-glukosa-6-fosfat. Senyawa ini kemudian mengalami isomerisasi menjadi D-fruktosa-6-fosfat. Selanjutnya difosporilasi lagi oleh ATP menjadi D-fruktosa-1,6-fosfat. Selanjutnya difosporilasi lagi oleh ATP menjadi D-fruktosa-1,6 difosfat.
- Senyawa D-fruktosa-1,6 difosfat terpecah menjadi satu molekul D-gliseraldehid-3-fosfat dan satu molekul dihidroksiasetonfosfat yang berada dalam keseimbangan.
- Selanjutnya dihidroksiasetonfosfat disederhanakan menjadi L-gliserol-3-fosfat oleh  $NADH_2$  dan kemudian oleh ADP diubah menjadi gliserol.
- ATP melepaskan satu molekul fosfat yang diterima oleh gliseraldehid-3-fosfat yang kemudian menjadi D-1,3-difospogliserat dan ADP.
- Energi fosfat yang tinggi dilepas oleh D-1,3-difospogliserat kepada ADP sehingga membentuk D-3-fospogliserat dan ATP. Sementara itu senyawa D-3-fospogliserat mengadakan keseimbangan dengan D-2-fospogliserat.
- D-2 fospogliserat membebaskan air dan menghasilkan senyawa fospenolpiruvat.

- g. Rantai fosfat yang kaya enersi selanjutnya digeser oleh ADP dari fosfoenolpiruvat untuk menghasilkan piruvat dan ATP.
- h. Melalui reaksi dikarboksilasi piruvat terbentuk senyawa asetaldehid dan O<sub>2</sub>.
- i. Akhirnya asetaldehid menerima hidrogen dari NADH<sub>2</sub> yang menghasilkan butanol dan NAD.

Beberapa faktor diketahui mempengaruhi pertumbuhan mikroorganisme seperti kadar air, keasaman (pH), temperatur, dan nutrisi. Nutrisi yang diperlukan terdistribusi menjadi makanan untuk enersi, untuk pertumbuhan, dan untuk proses metabolisme (vitamin dan mineral).

Dewasa ini butanol semakin luas penggunaannya dalam berbagai industri. Selain itu senyawa ini dapat juga digunakan sebagai bahan bakar alternatif dalam penanggulangan krisis energi. Tidak hanya secara sintesis kimia, butanol dapat pula dibuat dari bahan berkarbohidrat seperti padi, jagung, ubi kayu, dan nenas melalui proses fermentasi. Namun bahan berkarbohidrat tersebut mempunyai nilai ekonomis cukup tinggi karena dapat pula digunakan sebagai bahan makanan. Molase hingga saat ini belum dimanfaatkan secara optimal sehingga dengan memvariasikan beberapa kondisi proses fermentasi (waktu, pH, konsentrasi molase) serta penambahan nutrisi berupa urea ataupun piridoksin diteliti, sejauhmana pengaruhnya terhadap kualitas dan kuantitas butanol yang dihasilkan.

### CARA PENELITIAN

Molase yang digunakan diperoleh dari Pabrik Gula PTP IX Sei Semayang, Medan dengan kadar gula ± 60%. (Laporan Pabrik Gula PTP IX, 1998). Sebagai mikroba pada proses fermentasi digunakan *Clostridium Sacharobutyl Acetonicum Liquefacies* (*Clostridium Sp*). Sedang nutrisi yang digunakan adalah urea dan piridoksin sejumlah masing-masing 2 ppm. Metode fermentasi yang diterapkan adalah jenis EMP (Embden-Meyerhoff-Panas) Pathway.

Penelitian dilakukan dalam bentuk faktorial dengan perlakuan faktor pH, faktor waktu fermentasi, faktor konsentrasi molase dan faktor penambahan nutrisi.

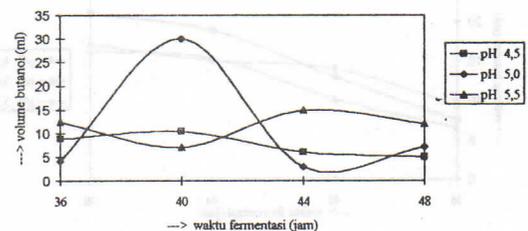
Tahapan yang dilakukan meliputi :

- a. Penyiapan bahan baku. Setelah larutan murni molase disaring dengan kertas kering, kemudian diatur konsentrasinya dan disterilkan pada suhu 100°C selama 15 menit.
- b. Proses fermentasi dengan penambahan nutrisi. Larutan murni molase dengan konsentrasi dan pH tertentu (sesuai variabel yang digunakan)

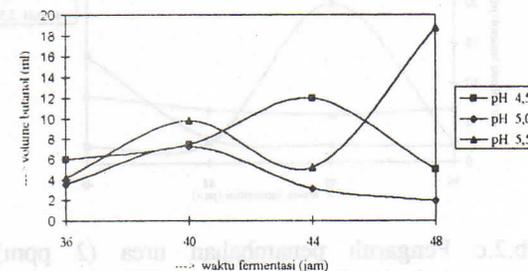
sejumlah 500 ml dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan kemudian ditambahkan nutrisi masing-masing 2 ppm. Setelah itu diinokulasi dengan *Clostridium Sp*. Waktu fermentasi disesuaikan dengan variabel waktu. Hasil fermentasi disaring dan didistilasi pada temperatur 110°C untuk memisahkan air dari butanol.

- c. Uji penentuan jenis alkohol
- d. Penentuan konsentrasi dan densitas butanol

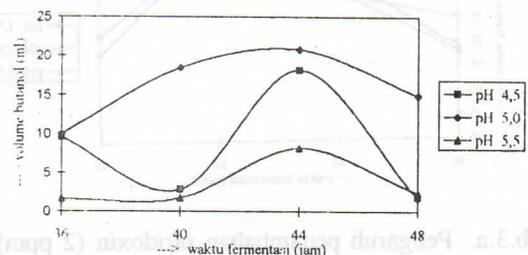
### HASIL DAN PEMBAHASAN



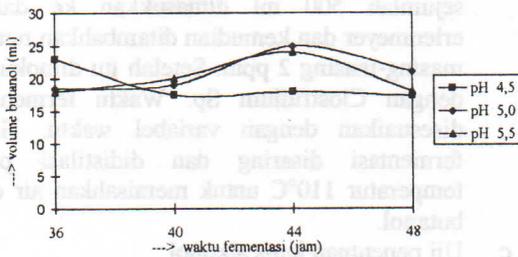
Gb.1.a. Pengaruh penambahan piridoksin (2 ppm) terhadap hasil fermentasi 500 ml molase dengan konsentrasi 50% (volume).



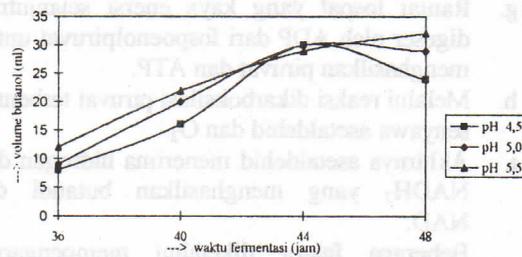
Gb.1.b. Pengaruh penambahan piridoksin (2 ppm) terhadap hasil fermentasi 500 ml molase dengan konsentrasi 55% (volume).



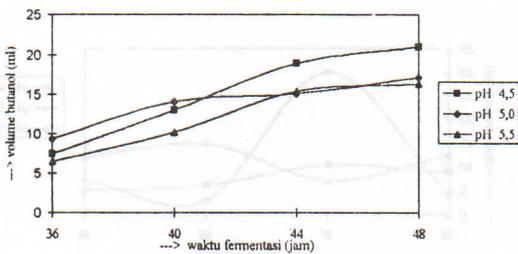
Gb.1.c. Pengaruh penambahan piridoksin (2 ppm) terhadap hasil fermentasi 500 ml molase dengan konsentrasi 60% (volume).



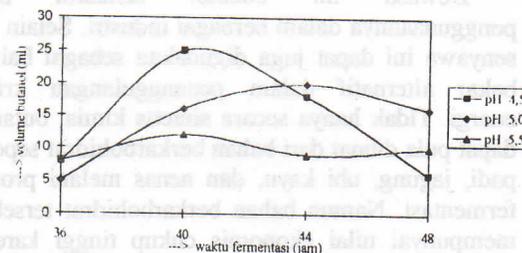
Gb.2.a. Pengaruh penambahan urea (2 ppm) terhadap hasil fermentasi 500 ml molase dengan konsentrasi 50% (volume).



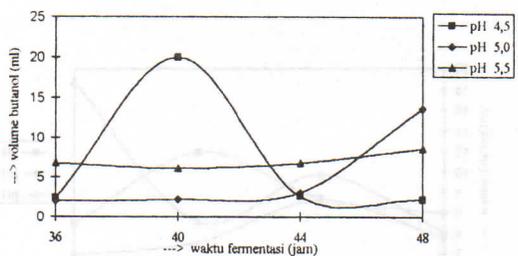
Gb.3.b. Pengaruh penambahan piridoxin (2 ppm) dan urea (2 ppm) terhadap hasil fermentasi 500 ml molase dengan konsentrasi 55% (volume).



Gb.2.b. Pengaruh penambahan urea (2 ppm) terhadap hasil fermentasi 500 ml molase dengan konsentrasi 55% (volume).



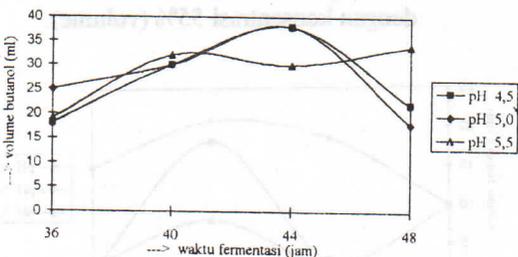
Gb.3.c. Pengaruh penambahan piridoxin (2 ppm) dan urea (2 ppm) terhadap hasil fermentasi 500 ml molase dengan konsentrasi 60% (volume).



Gb.2.c. Pengaruh penambahan urea (2 ppm) terhadap hasil fermentasi 500 ml molase dengan konsentrasi 60% (volume).

**Pengaruh Keasaman**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH 5 merupakan kondisi terbaik yang menghasilkan persentase butanol paling tinggi dibanding dengan pH 4,5 maupun pH 5,5. Menurut [5], pH yang memungkinkan terjadinya fermentasi secara baik oleh mikroba pada umumnya berkisar pH 4,5 hingga pH 5,5.



Gb.3.a. Pengaruh penambahan piridoxin (2 ppm) dan urea (2 ppm) terhadap hasil fermentasi 500 ml molase dengan konsentrasi 50% (volume).

**Pengaruh Waktu Fermentasi**

Secara umum terlihat bahwa waktu fermentasi 44 jam menghasilkan persentase butanol yang relatif lebih tinggi dan kemudian menurun pada waktu fermentasi 48 jam. Hal ini kemungkinan terjadi karena butanol yang terbentuk teroksidasi menjadi asetaldehid pada oksidasi lanjut karena kondisi anaerob yang sesungguhnya tidak terjadi. Kemungkinan penyebab lainnya adalah menurunnya aktivitas mikroba karena berkurangnya nutrisi, perubahan lingkungan kimia ataupun oksigen terlarut.

Keasaman medium berhubungan pula dengan waktu fermentasi, maka pH medium semakin turun. Hal ini disebabkan oleh adanya hasil samping berupa asam organik seperti asam piruvat, asam sitrat dan lain-lain [4].

### Pengaruh Konsentrasi

Persentase butanol yang paling tinggi diperoleh pada konsentrasi molase sebagai medium sebesar 50%. Pada kondisi ini, kekentalan medium fermentasi cukup encer sehingga memudahkan gerakan mikroba untuk beraktivitas. Pada konsentrasi yang lebih tinggi (misalnya 60%), persentase butanol yang dihasilkan menurun karena semakin kentalnya medium yang digunakan yang dapat mengakibatkan berkurangnya aktivitas mikroba.

### Pengaruh Konsentrasi

Persentase butanol yang paling tinggi diperoleh pada konsentrasi molase sebagai medium sebesar 50%. Pada kondisi ini, kekentalan medium fermentasi cukup encer sehingga memudahkan gerakan mikroba untuk beraktivitas. Pada konsentrasi yang lebih tinggi (misalnya 60%), persentase butanol yang dihasilkan menurun karena semakin kentalnya medium yang digunakan yang dapat mengakibatkan berkurangnya aktivitas mikroba.

### Pengaruh Penambahan Nutrisi

Pada penambahan piridoksin (2 ppm), persentase volume butanol yang dihasilkan rata-rata 69,68% sedangkan pada penambahan urea (2 ppm) diperoleh 76,48% butanol. Persentase volume butanol yang dihasilkan menjadi lebih tinggi (82,2%) apabila dilakukan penambahan piridoksin dan urea sebagai nutrisi. Hal tersebut di atas disebabkan oleh bertambahnya unsur N (nitrogen) dalam media. Unsur N ini berfungsi untuk mengubah asetaldehid menjadi butil alkohol sesuai dengan reaksi :



### KESIMPULAN

1. Pada kondisi pH 5,0 dan waktu fermentasi 40 jam, 500 ml molase dengan konsentrasi 50% (vol) menghasilkan 30 ml butanol dengan kemurnian 79% (vol) dan densitas 0,87 gr/ml dengan penambahan piridoksin (2 ppm).
2. Pada kondisi pH 5,0 dan waktu fermentasi 44 jam, 500 ml molase dengan konsentrasi 50% (vol) menghasilkan 25 ml butanol dengan kemurnian 83,1% (vol) dan densitas 0,85 gr/ml dengan penambahan urea (2 ppm).
3. Penambahan urea dan piridoksin (masing-masing 2 ppm) pada 500 ml molase dengan konsentrasi 50% (vol) menghasilkan 38 ml butanol dengan kemurnian 94,3% (vol) dan densitas 0,82 gr/ml pada kondisi pH 5,0 dan waktu fermentasi 44 jam.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih disampaikan kepada rekan-rekan di Laboratorium Mikrobiologi dan Laboratorium Proses Kimia FT - USU atas peran sertanya sehingga penelitian ini dapat terlaksana. Juga terima kasih buat rekan-rekan di Laboratorium Kimia Analisa FMIPA - USU atas dukungannya.

### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Anonim, 1998, "Laporan Pabrik Gula PTP IX", Sei Semayang - Medan
- [2]. Atkinson, B. dan F.Martivuna, 1985, "Biochemical Engineering and Biotechnology Handbook", The Nature Press, New York.
- [3]. Brock, T.D., D.W Semith, M.T. Madigan, 1984, "Biology of Microorganism", 4<sup>th</sup> ed., Prentice Hall, Englewood Cliffs, New York
- [4]. Judoamidjojo, 1992, "Teknologi Fermentasi", Rajawali Press, Jakarta
- [5]. Moat dan Foster, 1988, "Microbial Physiology", John Wiley, New York