

**PENGARUH KCN (POTASIAM SIANIDA) TERHADAP YIELD DAN
PRODUKTIVITAS ETANOL OLEH *Saccharomyces cerevisiae* D-01**

SKRIPSI



Oleh:

SILVIA MOLLE

NIM : 31081181

**FAKULTAS BIOTEKNOLOGI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
YOGYAKARTA**

2012

SKRIPSI YANG BERJUDUL
PENGARUH KCN (POTASIAM SIANIDA) TERHADAP YIELD DAN
PRODUKTIVITAS ETANOL OLEH *Saccharomyces cerevisiae* D-01

Yang disusun oleh:

SILVIA MOLLE

NIM : 31081181

Telah dipertahankan di depan Sidang Penguji

Pada Tanggal : 25 September 2012

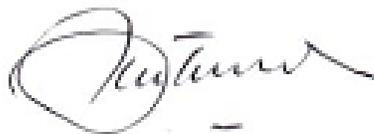
Skripsi tersebut telah diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk
memperoleh Gelar Sarjana Sains (S.Si)

Yogyakarta, 25 September 2012

Universitas Kristen Duta Wacana

Fakultas Bioteknologi

Pembimbing,



(Dr. rer. nat Guntoro)

Dekan,



(Drs. Kisworo, M.Sc)



UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
FAKULTAS BIOTEKNOLOGI

PROGRAM STUDI : BIOLOGI

Kompetensi : • Bioteknologi Lingkungan • Bioteknologi Industri • Bioteknologi Kesehatan

Jl. Dr. Wahidin S. 5-25, Yogyakarta 55224 Indonesia

Phone : (0274) 563929 (Ext. 459) Fax. : (0274) 513235

BERITA ACARA
UJIAN SKRIPSI & PENDADARAN

Nomor : 791/C.06/Bio/UKDW/IX/2012

Pada hari ini : Selasa 25 September 2012

Bertempat di Universitas Kristen Duta Wacana Jl. Dr. Wahidin 5 – 25 Yogyakarta

TELAH DISELENGGARAKAN UJIAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Silvia Molle
Nomor Mahasiswa : 31081181
Program Studi/Jurusan : BIOLOGI
Fakultas : BIOTEKNOLOGI
Perguruan Tinggi : UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

Judul Skripsi : Pengaruh KCN (Potasium Sianida) terhadap Yield dan Produktivitas Etanol oleh *Saccharomyces cerevisiae* D-01

Saudara tersebut dinyatakan : ~~LULUS~~ / ~~TIDAK LULUS~~

Dengan nilai : _____

Catatan : _____

SUSUNAN TIM PENGUJI

No.	NAMA	Jabatan dlm Tim	Jabatan Akademik	Tanda Tangan
1.	Dr. Langkah Sembiring, M.Sc	Ketua/Anggota	Lektor Kepala	
2.	Dr. Guntoro	Anggota		
3.	Dr. Charis Amarantini, M.Si	Anggota	Lektor 200	

Berita Acara ini dibuat dengan sesungguhnya untuk dapat dipergunakan seperlunya

Mengetahui Dekan,

Drs. Kisworo, M.Sc
Kw.ynt.pdr

Yogyakarta, 25 September 2012
Ketua Tim Penguji

Dr. Langkah Sembiring, M.Sc

QADW-2241-BO-11.11.005

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Silvia Molle

NIM : 31081181

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya dan bukan merupakan duplikasi sebagian atau seluruhnya dari karya orang lain, yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu di dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini dibuat sebenar-benarnya secara sadar dan bertanggung jawab dan saya bersedia menerima sanksi pembatalan skripsi apabila terbukti melakukan duplikasi terhadap skripsi atau karya ilmiah lain yang sudah ada.

Yogyakarta, 25 September 2012



Silvia Molle

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yesus Kristus, karena atas kasih dan penyertaan-Nya penulis dapat menyusun skripsi dengan judul **“PENGARUH KCN (POTASIMUM SIANIDA) TERHADAP YIELD DAN PRODUKTIVITAS ETANOL OLEH *Saccharomyces cerevisiae* D-01”**.

Dalam penyelesaian skripsi ini, penulis banyak mendapat bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada:

1. Drs. Kisworo, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana.
2. Dr. rer. nat. Guntoro, selaku Dosen Pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, arahan dan saran yang positif.
3. Langkah Sembiring, M.Sc., Ph.D, selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan koreksi skripsi.
4. Dr. Charis Amarantini, M.Si., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan saran dan koreksi skripsi.
5. Guruh Prihatmo, M.S., selaku Dosen Wali Fakultas Bioteknologi angkatan 2008 yang telah mengarahkan, membimbing dan memberi masukan bagi penulis.
6. Seluruh dosen Fakultas Bioteknologi yang telah mengajar dan membimbing penulis.

7. Seluruh Staf Administrasi dan Laboratorium Fakultas Bioteknologi yang telah membantu penulis selama menjalankan penelitian.
8. Samuel Izac Leonard Molle dan Octovina Molle sebagai orangtua, ketiga saudaraku Gruice Natalia Molle, Petrick M. Molle, dan Syachne Molle serta semua keluarga besar Molle dan Manuhutu yang selalu memberikan semangat dan dukungan dalam doa dan ucapan syukur.
9. Teman – teman angkatan 2008, 2010 dan 2011, teman – teman PMK Fabio UKDW dan Bio Voice atas bantuan dan doanya.
10. Teman – teman PSM Duta Voice, yang telah memberi semangat.
11. Semua pihak yang telah membantu penulis, yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa skripsi ini masih memiliki kekurangan. Penulis berharap, skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi setiap pihak yang terkait dan dapat digunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 25 September 2012

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
BERITA ACARA	iii
LEMBAR PERNYATAAN	iv
PRAKATA	v
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
ABSTRAK	xii
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	4
C. Tujuan	4
D. Manfaat	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
A. Jalur Respirasi <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	6
B. Pertumbuhan Mikroba	11
C. Jalur Fermentasi <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	14
D. Kinetika Enzim	20
III. HIPOTESIS	22
IV. METODE PENELITIAN	23
A. Waktu dan Tempat Penelitian	23
B. Alat	23
C. Bahan	24
D. Metode	25
E. Tahapan Analisis	28
V. HASIL DAN PEMBAHASAN	30
VI. PENUTUP	55
A. Simpulan	55
B. Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN	60

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Inhibitor respirasi dan tempat aktifnya	10
Tabel 2. Konsentrasi protein sel <i>S. cerevisiae</i> D-01 selama 38 jam inkubasi dalam medium kompleks dengan substrat glukosa 10 % dan KCN 0 mM; 0,05 mM; 0,1 mM; 0,3 mM	30
Tabel 3. Konsumsi glukosa, protein sel dan etanol yang dihasilkan selama 48 jam fermentasi oleh <i>S. cerevisiae</i> D-01 pada perlakuan shaker dan non-shaker menggunakan medium kompleks dengan substrat glukosa 10 %	32
Tabel 4. Konsumsi glukosa, protein sel dan etanol yang dihasilkan selama 48 jam fermentasi oleh <i>S. cerevisiae</i> D-01 pada perlakuan shaker dan non-shaker, menggunakan medium kompleks dengan substrat glukosa 10 % dan KCN 0,05 mM.....	35
Tabel 5. Konsumsi glukosa, protein sel dan etanol yang dihasilkan selama 48 jam fermentasi oleh <i>S. cerevisiae</i> D-01 pada perlakuan shaker dan non-shaker, menggunakan medium kompleks dengan substrat glukosa 10 % dan KCN 0,1 mM	37
Tabel 6. Konsumsi glukosa, protein sel dan etanol yang dihasilkan selama 48 jam fermentasi oleh <i>S. cerevisiae</i> D-01 pada perlakuan shaker dan non-shaker, menggunakan medium kompleks dengan substrat glukosa 10 % dan KCN 0,3 mM.....	41
Tabel 7. <i>Yield</i> dan produktivitas etanol oleh <i>S. cerevisiae</i> D-01 dalam medium fermentasi pada perlakuan shaker menggunakan medium kompleks dengan substrat glukosa 10 % dan KCN 0 mM; 0,05 mM; 0,1 mM; dan 0,3 mM	46
Tabel 8. <i>Yield</i> dan produktivitas etanol oleh <i>S. cerevisiae</i> D-01 dalam medium fermentasi pada perlakuan non-shaker menggunakan medium kompleks dengan substrat glukosa 10 % dan KCN 0 mM; 0,05 mM; 0,1 mM; dan 0,3 mM	49

Tabel 9. Olahan data mentah hasil pengamatan pada uji pengaruh berbagai konsentrasi KCN terhadap pertumbuhan <i>S. cerevisiae</i> D-01 dalam medium kompleks dengan substrat glukosa 10 %	70
Tabel 10. Olahan data mentah hasil pengamatan pada uji pengaruh berbagai konsentrasi KCN terhadap <i>yield</i> dan produktivitas etanol oleh <i>S. cerevisiae</i> D-01 yang difermentasi dengan perlakuan shaker menggunakan medium kompleks dengan substrat glukosa 10 %	71
Tabel 11. Olahan data mentah hasil pengamatan pada uji pengaruh berbagai konsentrasi KCN terhadap <i>yield</i> dan produktivitas etanol oleh <i>S. cerevisiae</i> D-01 pada fermentasi non-shaker menggunakan medium kompleks dengan substrat glukosa 10 %	73
Tabel 12. Olahan data mentah hasil pengamatan pada uji pengaruh berbagai konsentrasi KCN terhadap pertumbuhan <i>S. cerevisiae</i> D-01 dalam medium fermentasi dengan perlakuan shaker dan non-shaker menggunakan medium kompleks dengan substrat glukosa 10 %	76
Tabel 13. Data perubahan pH pada fermentasi etanol oleh <i>S. cerevisiae</i> D-0 yang dishaker dan non-shaker menggunakan medium kompleks dengan substrat glukosa 10 % dan KCN 0 mM; 0,05 mM; 0,1 mM; 0,3 mM	77



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Jalur respirasi <i>S. cerevisiae</i>	7
Gambar 2. Lokasi penghambatan sianida pada rantai respirasi	11
Gambar 3. Kurva pertumbuhan mikroba	12
Gambar 4. Pembentukan etanol dari glukosa melalui jalur <i>Embden Meyerhof Parnas</i> (EMP)	16
Gambar 5. Konsumsi glukosa, etanol dan protein sel yang dihasilkan oleh <i>S. cerevisiae</i> D-01 pada fermentasi yang dishaker selama 48 jam menggunakan substrat glukosa 10 % dan KCN 0,1 mM	38
Gambar 6. Konsumsi glukosa, etanol dan protein sel yang dihasilkan oleh <i>S. cerevisiae</i> D-01 pada fermentasi non-shaker selama 48 jam menggunakan substrat glukosa 10 % dan KCN 0,1 mM	39
Gambar 7. Produksi etanol tertinggi oleh <i>S. cerevisiae</i> D-01 pada proses fermentasi dengan perlakuan shaker dan non-shaker menggunakan substrat glukosa 10 % dan KCN 0 mM; 0,05 mM; 0,1 mM; dan 0,3 mM	43
Gambar 8. Produksi protein sel tertinggi oleh <i>S. cerevisiae</i> D-01 pada proses fermentasi dengan perlakuan shaker dan non-shaker menggunakan substrat glukosa 10 % dan KCN 0 mM; 0,05 mM; 0,1 mM; dan 0,3 mM	43
Gambar 9. Profil pH selama 48 jam fermentasi dengan perlakuan shaker dan non-shaker menggunakan substrat glukosa 10 % dan KCN 0 mM; 0,05 mM; 0,1 mM; dan 0,3 mM	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Komposisi Medium <i>Potato Dextrose Agar</i> (PDA)	60
Lampiran 2. Komposisi Medium <i>Pepton Glucose Yeast</i> (PGY)	60
Lampiran 3. Komposisi Medium Fermentasi	61
Lampiran 4. Analisis Gula Reduksi	62
Lampiran 5. Analisis Kadar Etanol	64
Lampiran 6. Analisis Protein Sel	65
Lampiran 7. Perhitungan % <i>Yield</i> Teoritis dan Produktivitas Etanol....	68
Lampiran 8. Rekapitulasi Data Hasil Penelitian	70



PENGARUH KCN (POTASIMUM SIANIDA) TERHADAP YIELD DAN PRODUKTIVITAS ETANOL OLEH *Saccharomyces cerevisiae* D-01

ABSTRAK

Oleh:

Silvia Molle

Kebutuhan bioetanol di Indonesia sekarang ini masih belum mencukupi kebutuhan energi alternatif. Kebutuhan bioetanol di Indonesia tiap tahun mencapai 1,4 juta kilo liter, sementara produksi bioetanol saat ini sekitar 240 juta liter per tahun. Mengingat penggunaan etanol sebagai bahan bakar alternatif yang tinggi, maka perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan hasil produksi etanol. Penggunaan *S. cerevisiae* dalam produksi etanol telah banyak dikembangkan, karena *S. cerevisiae* dapat memproduksi etanol dalam jumlah besar dan mempunyai toleransi terhadap alkohol yang tinggi. Untuk mengoptimalkan produksi etanol, maka dilakukan penambahan racun respirasi yaitu KCN (Potasium Sianida) dalam medium fermentasi etanol. *S. cerevisiae* D-01 merupakan mikroorganisme yang bersifat anaerob fakultatif, sehingga keberadaan oksigen dalam medium dapat menyebabkan efek Pasteur yang dapat mengarah pada jalur respirasi. Keberadaan KCN dalam medium fermentasi diharapkan mampu menghambat jalur fosforilasi oksidatif, sehingga asam piruvat yang terbentuk pada jalur glikolisis tidak digunakan untuk pembentukan energi dan biomassa sel, tetapi dapat digunakan untuk memproduksi etanol melalui jalur fermentasi. Oleh sebab itu, tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh penambahan KCN terhadap *yield* dan produktivitas etanol pada proses fermentasi menggunakan *S. cerevisiae* D-01 dengan adanya oksigen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, penambahan KCN 0,05 mM; 0,1 mM; dan 0,3 mM dalam medium fermentasi oleh *S. cerevisiae* D-01 yang dishaker dan non-shaker berpengaruh positif terhadap peningkatan *yield* dan produktivitas etanol bila dibandingkan dengan kontrol. Fermentasi etanol dengan konsentrasi 0,1 mM KCN yang ditambahkan pada fermentasi yang dishaker merupakan perlakuan terbaik. Penambahan KCN pada proses fermentasi yang dishaker dan non-shaker menghasilkan *yield* dan produktivitas etanol yang berbeda signifikan.

Kata Kunci: KCN, Etanol, *Saccharomyces cerevisiae*, *Yield*, Produktivitas

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Etanol banyak digunakan dalam dunia industri obat – obatan, kosmetik, pembuatan karet sintetis, hingga industri bahan bakar. Penggunaan etanol pada industri bahan bakar lebih tinggi bila dibandingkan dengan industri lainnya, karena etanol digunakan sebagai pelarut bahan bakar (Fessenden, 1997). Sementara itu, kebutuhan bioetanol sekarang ini masih belum mencukupi kebutuhan energi alternatif. Kebutuhan bioetanol di Indonesia mencapai 1,4 juta kilo liter per tahunnya. Sementara produksi bioetanol saat ini sekitar 240 juta liter per tahun. Mengingat cakupan penggunaan etanol yang luas, maka industri yang memproduksi etanol, perlu meningkatkan hasil produksinya guna memenuhi permintaan konsumen. Untuk meningkatkan hasil produksi tersebut, maka upaya memanipulasi proses produksi telah banyak dilakukan seperti rekayasa genetika untuk menciptakan mutan *Saccharomyces cerevisiae*, sel amobil, dan rekayasa terhadap reaktor fermentasi.

Penelitian tentang penggunaan racun respirasi pada proses fermentasi dan proses respirasi sudah dilakukan, antara lain pengaruh sodium azide (NaN_3) pada fermentasi etanol oleh ragi (Fales, 1952) dan

identifikasi komponen sensitif sianida dalam proses pernapasan *Zymomonas mobilis* (Kalnenieks *et al.*, 2003). Dari kedua penelitian ini, diketahui bahwa konsentrasi 1 mM azide dapat menurunkan produksi etanol pada proses fermentasi menggunakan ragi. Sementara itu kehadiran sianida 200 μ M (0,2 mM) pada kultur *batch* aerob dapat menghambat ADH, namun penghambatan ini dapat pulih kembali akibat adanya kemampuan adaptif dari *Z. mobilis* terhadap sianida. Berdasarkan hasil yang diperoleh dari kedua penelitian tersebut, maka peneliti berniat mencoba memanipulasi proses produksi etanol menggunakan potasium sianida (KCN) pada proses fermentasi oleh *S. cerevisiae* D-01.

Saccharomyces cerevisiae D-01 merupakan mikroorganisme yang bersifat anaerob fakultatif, sehingga keberadaan oksigen dalam medium dapat menyebabkan efek Pasteur yang dapat mengarah pada jalur respirasi yaitu siklus asam sitrat dan fosforilasi oksidatif yang membentuk energi (ATP) lebih tinggi, sehingga biomassa sel bertambah banyak.

NADH yang terbentuk pada reaksi oksidasi dalam glikolisis dan reaksi oksidasi dalam siklus asam sitrat merupakan molekul energi tinggi, karena masing – masing molekul tersebut mengandung sepasang elektron yang mempunyai energi potensial tinggi. Jika elektron tersebut diberikan kepada oksigen molekuler, maka energi bebas terlepas dan dapat menghasilkan ATP.

NADH yang dihasilkan dalam glikolisis dan siklus asam sitrat akan dioksidasi menjadi NAD^+ dan memindahkan elektronnya ke pengemban – pengemban khusus yaitu nukleotida piridin atau flavin. Pengemban yang tereduksi ini kemudian memindahkan elektron potensi tingginya ke oksigen sebagai akseptor elektron terakhir. Gradien proton yang terbentuk sebagai hasil aliran elektron dalam rantai pernapasan ini kemudian mendorong sintesis ATP dari ADP dan ortofosfat (P_i) dengan bantuan *ATPase*.

Transfer elektron dalam rantai respirasi dapat dihambat oleh banyak inhibitor spesifik. Racun respirasi seperti sianida (CN^-) mampu menghambat sitokrom oksidase, sehingga mampu menghentikan respirasi secara total. Jika sianida mengikat enzim kompleks tersebut (sitokrom oksidase), maka transport elektron dari sitokrom a_3 ke molekul oksigen di blok. Sebagai akibatnya akan menurunkan penggunaan oksigen oleh sel. Pada proses metabolisme yang bergantung pada sistem transport elektron, sel tidak mampu menggunakan oksigen, sehingga menyebabkan penurunan respirasi aerobik dari sel.

Pada penelitian ini penambahan potasium sianida (KCN) dalam medium fermentasi yang dishaker dilakukan untuk mengetahui pengaruh inhibitor respirasi terhadap produksi etanol ketika oksigen tersedia dalam medium fermentasi. Harapannya inhibitor tersebut akan menghambat metabolisme *S. cerevisiae* D-01 pada sitokrom oksidase dalam jalur

fosforilasi oksidatif, sehingga transfer elektron dari molekul NADH ke oksigen molekuler melalui kompleks – kompleks enzim yang terangkai pada membran dalam mitokondria menjadi terhambat, dengan demikian ATP tidak terbentuk pada rantai pernapasan walaupun tersedia oksigen (O₂) dan *S. cerevisiae* D-01 akan beralih menggunakan jalur fermentasi untuk mereoksidasi NADH dan sebagai hasil sampingnya akan terbentuk etanol. Selanjutnya akan diteliti pengaruh penambahan potasium sianida (KCN) terhadap *yield* dan produktivitas etanol.

B. Rumusan Masalah

Apakah penambahan KCN berpengaruh terhadap *yield* dan produktivitas etanol, pada proses fermentasi etanol menggunakan *S. cerevisiae* D-01 dengan adanya oksigen.

C. Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan KCN terhadap *yield* dan produktivitas etanol pada proses fermentasi etanol menggunakan *S. cerevisiae* D-01 dengan adanya oksigen.

D. Manfaat

Diharapkan penelitian ini dapat memberi masukan pengetahuan maupun referensi untuk penelitian dan pengembangan berikutnya serta dapat membuka peluang untuk mengoptimalkan proses fermentasi etanol pada industri etanol.

© UKDW

BAB VI

PENUTUP

A. Simpulan

1. Penambahan KCN 0,05 mM; 0,1 mM; dan 0,3 mM pada proses fermentasi yang dishaker dan non shaker berpengaruh positif terhadap produksi etanol, *yield* dan produktivitas etanol bila dibandingkan dengan kontrol.
2. Konsentrasi 0,1 mM KCN yang ditambahkan pada fermentasi yang dishaker merupakan perlakuan terbaik berdasarkan pengamatan visual dan hasil analisis yang dilakukan. Hasil pengujian terhadap perlakuan ini menghasilkan kadar etanol tertinggi sebesar 4,25 % atau 83,86 % dari *yield* teoritisnya dengan laju pembentukan 1,18 gr/L.jam.
3. Proses fermentasi oleh *S. cerevisiae* D-01 dengan penambahan KCN 0,05 mM; 0,1 mM; dan 0,3 mM baik yang dishaker maupun non-shaker menghasilkan kadar etanol, *yield* dan produktivitas etanol yang berbeda signifikan.

B. Saran

Perlu dilakukan penelitian lanjut pada fermentasi etanol menggunakan sianida oleh *Saccharomyces cerevisiae* D-01 dengan sistem kontinyu.

© UKDW

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Hamid A. Toha. 2001. *Biokimia: Metabolisme Biomolekul*. Manokwari, IKAPI.
- Albert. 1982. *Biologi Molekuler Sel*. Jakarta, Gramedia Pustaka Utama.
- Alexander, M.A. & T.W. Jeffries. 1990. *Respiratory efficiency and metabolize partitioning as regulatory phenomena in yeasts*. *Enzyme Micobe. Technol.* 12: 2-29.
- Anonim. 1999. Biokimia. [Http://etd.eprints.ums.ac.id/15165/5/3_BAB_I.pdf](http://etd.eprints.ums.ac.id/15165/5/3_BAB_I.pdf).
- Bailey, James E. and David F. Ollis. 1986. *Biochemical Engineering Fundamentals*, 2nd edition. McGraw-Hill Book Co. Singapore.
- Bardford, J.P. & R.J. Hall. 1979. *An examination of the crabtree effect in Saccharomyces cerevisiae: The role of respiration adaptation*. *Journal of General Microbiology*, 114: 267 - 275.
- Campbell, *et al.* 2002. *Biologi*. Edisi 5. Jakarta, Erlangga.
- Endang, S.R dan Kapti, R.K. 1988. *Teknologi Pengolahan Minuman Beralkohol*. Yogyakarta, PAU Pangan dan Gizi UGM.
- Fardias, S. 1988. *Fisiologi Fermentasi*. Bogor, Lembaga Sumber Daya Informasi-IPB.
- Fardias, S. 1992. *Mikrobiologi Pangan*. Jakarta, Gramedia Pustaka Utama.
- Fessenden, R.J. 1997. *Dasar – Dasar Kimia Organik*. Jakarta, Bima Rupa Aksara.
- Frank. W. Fales. 1952. *The Effect of Sodium Azide on Alcoholic Fermentation*. Department of Biochemistry, Emory University Scholl of Medicine, Emory University Georgia. 157 – 167.
- Halimatuddahlia. 2003. *Pembuatan n-Butanol Dari Berbagai Proses*. USU Digital Library.

- Hepworth, M. 2005. *Technical, Environmental and Economic Aspects of unit Operations for the Production of Bioetanol from Sugar Beet in the United Kingdom*, CET IIA Exercise 5, Corpus Christi College.
- Judoamidjojo, M., Abdul, A.D. dan Endang, G.S. 1992. *Teknologi Fermentasi*. Bogor, Institut Pertanian Bogor.
- Jutono, *et al.* 1972. *Dasar-Dasar Mikrobiologi (Untuk Perguruan Tinggi)*. Yogyakarta, Gajah Mada University Press.
- Kalnenieks, U. Malda M.Toma, N Galinina, and Robert K. Poole. 2003. *The Paradoxical Cyanide – Stimulated Respiration of Zymomonas mobilis: Cyanide Sensitivity of Alcohol Dehydrogenase (ADH II)*. 149: 1739 – 1744.
- Mangunwidjaja, D. dan Suryani, A. 1994. *Teknologi Bioproses*. Jakarta, Penebar Swadaya.
- Nowak, J. 2000. *Etanol Yield and Productivity of Zymomonas mobilis in Various Fermentation Methods*, Electronic Journal of Polish Agricultural Universities, Vol. 3, No. 2, seri Food Science and Technology.
- Page, D. S. 1985. *Prinsip – Prinsip Biokimia*. Edisi ke-2. Jakarta, Erlangga.
- Prescott, S.G and Dunn. G. Said. 1959. *Industrial Microbiology*. ed 3. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Rosenfeld, E. and B. Beauvoit. 2003. *Role of The Non-Respiratory Pathways in The Utilization of Molecular Oxygen By Saccharomyces cerevisiae*. 20: 1115–1144.
- Sa'id, Gumbira. 1987. *Bioindustri Penerapan Teknologi Fermentasi*. Jakarta, Mediyatama Sarana Perkasa.
- Smith, P.K., R.I. Krohn, G.T. Hermanson, A.K. Mllia, F.H. Gartner, M.D. Provenzano, E.K. Fujimoto, N.M Goeke, B.J Olson, and D.C. Klenk. 1985. *Measurement of Protein Using Bicinchoninic Acid*. Biochemical Research Division, Pierce Chemical Company, P. O. Box 117, Rockford, Illinois 61105. Analytical Biochemistry 150, 76 – 85.
- Soeharto I. 1995. *Bioteknologi dalam Dunia Industri*. Yogyakarta, Erlangga.
- Trevelyan, W. E., Gammon, J. N., Wiggins, E. H., and Harrison, J. S. 1952. *Biochem. J.* 60, 303.

Umbreit, Wayne W. 1959. *Advances In Applied Microbiology*, Vol 1, Rutgers University, New Jersey.

Volk W.A, Wheeler M.F. 1993. *Mikrobiologi Dasar I*. Edisi ke-5. Jakarta, Erlangga.

Walker, G.M. 1998. *Yeast: Physiology and Biotechnology*. John Wiley & Sons, Chichester: xi + 350 hlm.

© UKDW