

LAPORAN PENELITIAN DOKTOR MUDA

Kontrak No. 065/J.16/PL/DIPA/IV/2006

Tanggal 20 April 2006

ANALISIS PENGERINGAN KEMOREAKSI DENGAN
KAPUR API TERHADAP MATERI HIDUP
(KULTUR *Saccharomyces cerevisiae*)

Oleh :

Dr. Ir. NOVELINA, MS

FAKULTAS PERTANIAN



DIBIYAI OLEH DANA DIPA
UNIVERSITAS ANDALAS
TAHUN ANGGARAN 2006

ARTIKEL PENELITIAN DOKTOR MUDA

Judul: Analisis Pengeringan Kemoreaksi Dengan Kapur Api Terhadap Materi Hidup (Kultur *Sacharomyces cerevisiae*)

Peneliti Utama

N a m a	: Dr.Ir. Novelina, MS.
Jenis Kelamin	: Perempuan
Pangkat Golongan	: Penata tk I/III d
NIP	: 131 599 886
Jabatan Sekarang	: Lektor
Fakultas/Jurusan/Pusat Penelitian	: Faperta /TP/ Universitas Andalas
Alamat Kantor/Telp./Fax	: Kampus Limau Manis/ 0751672775 / 72702
Jangka Waktu Penelitian	: 6 bulan
Biaya yang setuju Tahun selesai S3	: Rp. 2.000.000,- 2005

Mengetahui
Ketua Jurusan TP Fak. Pertanian
Universitas Andalas

Peneliti

(Ir. Aisman MS)
NIP.131 925 241

(Dr Ir. Novelina MS)
NIP. 131 599 886

Menyetujui:
Dekan Fak. Pertanian
Universitas Andalas

(Dr. Ir. Masrul Djalal MS)
NIP. 130 902 278

Analisis Pengeringan Kemoreaksi Dengan Kapur Api Terhadap Materi Hidup (Kultur *Saccharomyces cerevisiae*)

Novelina

ABSTRAK

Penelitian bertujuan untuk menganalisis factor-faktor yang berperan dalam pengeringan kemoreaksi terhadap kultur khamir (*Saccharomyces cerevisiae*).

Hasil penelitian menunjukkan parameter penting dalam pengeringan kemoreaksi adalah RH lingkungan udara pengering dan kadar air awal kultur khamir. Awal proses pengeringan suhu kapur api meningkat hingga mencapai suhu 39 °C, setelah 12 jam terus menurun dan mendekati suhu ruang. Selama proses pengeringan RH didalam lemari pengering cenderung menurun dan mendekati 0.

Kultur khamir yang terbaik diperoleh dari ketebalan lapisan pengering 1.3 mm, dengan lama pengeringan 24 jam, kultur kering mempunyai kadar air 4.57 (% bk) dan jumlah sel hidup adalah 1.59×10^9 .

Potensi energi penyerapan uap air dari kapur api lebih besar dari potensi energi penguapan air dari kultur khamir, masing-masing adalah 343.24 kJ dan 287.45 kJ, Efisiensi energi pengeringan adalah 83 %. Kebutuhan kapur api yang sesungguhnya dalam pengeringan ini adalah 3-5 x berat kultur khamir.

PENDAHULUAN

Saccharomyces cerevisiae adalah jenis khamir yang banyak digunakan dalam bentuk inokulum kering atau "active dry yeast" (khamir kering aktif) pada berbagai proses industri, antara lain produksi ragi roti, cake, minuman beralkohol dan industri etanol. Disamping itu juga digunakan untuk menghasilkan produk-produk seperti biomassa, ekstrak khamir, autolisat, komponen flavor, protein sel tunggal dan sebagainya.

Kebutuhan khamir kering untuk mendukung industri-industri tersebut cukup besar dan sampai sekarang produk khamir kering masih diimpor dari berbagai negara, seperti Cina, Australia, Amerika Serikat dan Perancis. Total impor Indonesia terhadap produk khamir kering aktif selama tahun 2004 adalah 2.277.538 kg dengan nilai 5.464.114 US\$ (BPS 2005). Jumlah dan nilai impor ini dari tahun ketahun cenderung terus meningkat dengan berkembangnya industri makanan di Indonesia.

Kultur khamir (*Saccharomyces cerevisiae*) merupakan materi hidup yang sangat sensitif terhadap suhu tinggi, sehingga di dalam pemeliharaan dan pengawetan digunakan suhu rendah. Pembuatan khamir kering aktif secara komersial oleh beberapa negara produsen prosesnya dilakukan dengan metoda "fluidized-bed drying" yaitu menggunakan uap panas dalam waktu singkat.

Sedangkan pemeliharaan kultur dilakukan dengan proses pengeringan beku (freeze drying).

Pengeringan dengan suhu rendah juga dapat berlangsung dengan udara ambien di daerah yang beriklim sangat kering. Prinsip pengeringan ini dapat diaplikasikan untuk pengeringan, yaitu dengan memodifikasi udara ruang pengering dengan menggunakan desikan atau absorben yang bersifat sangat higroskopis. Prinsip pengeringan dengan menggunakan absorben atau desikan disebut dengan proses pengeringan absorpsi, yakni dengan prinsip penyerapan uap air dari bahan basah. Sedangkan proses pengeringan kemoreaksi terjadi melalui mekanisme reaksi kimia antara uap air dari bahan basah dengan bahan aktif seperti CaO yang terkandung dalam kapur api yang dipakai sebagai bahan pengering. Menurut Chang dan Tikkanen (1989) reaksi CaO dengan air merupakan reaksi eksoterm yang akan melepaskan panas sebagai berikut :



Menurut Soekarto (2000), prinsip pengeringan dengan CaO didalam lemari pengering berlangsung melalui proses penting sebagai berikut : (1) CaO menyerap dan bereaksi dengan uap air dalam ruangan pengering; (2) reaksi CaO dengan air melepaskan energi panas dan menurunkan RH/ruang pengering; (3) energi panas diserap bahan untuk menguapkan kandungan air meninggalkan bahan; (4) uap air dari bahan mengalir ke ruang pengering dan diserap CaO. Proses tersebut terjadi terus menerus sehingga tercapai kondisi kesetimbangan, dimana air bebas dalam bahan sudah habis dan bahan menjadi kering.

Berdasarkan hal tersebut diatas perlu dilakukan kajian pada proses pengeringan kemoreaksi dengan kapur api terhadap kultur khamir. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan proses pengeringan yang cepat, viabilitas kultur kering tinggi dan karakteristik kultur kering yang baik. Dalam hal ini dilakukan analisis-analisis terhadap parameter-parameter dalam proses pengeringan seperti perubahan suhu, RH, besarnya penguapan air dari bahan, dan penyerapan air oleh CaO serta perubahan kadar air. Kemudian juga dilakukan analisis terhadap kecepatan laju pengeringan, kebutuhan kapur api dalam pengeringan, efisiensi pengeringan, viabilitas dan karakteristik kultur kering yang dihasilkan.

METODOLOGI

Bahan dan Alat

Dalam penelitian ini digunakan kultur murni *Saccaromyces cerevisiae* (NRLLY-2034, BCC. F. 0074), yang diperoleh dari Laboratorium Kultur Balai Penelitian Veteriner Bogor. Sedangkan untuk medium produksi sel digunakan bahan-bahan, antara lain : glukosa, ekstrak khamir (Difco, USA), polypepton (Shin-Nihon Seiyaku, Tokyo); KH_2PO_4 ; $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$; $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$; $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, (Merck). dan antifoam (Adecanol LG-294, Asahi Denka, Tokyo). NaOH dan H_2SO_4 untuk mengatur pH. Selain itu juga digunakan PDA (Difco) sebagai media padat untuk analisis viabilitas sel, PDB (Difco) untuk menyegarkan kultur stock, dan aquades.

Alat-alat yang digunakan adalah neraca analitik, otoklaf, incubator, fermentor, sentrifus, hygrometer, mikroskop cahaya, “colony counter”, oven dan seperangkat alat-alat gelas.

Metode

1. Persiapan Kultur

Prosedur kerja dalam produksi kultur *saccharomyces cerevisiae* mengacu pada Kuriyama dan Kobayashi, (1993) dan Novelina (2005). Mula-mula kultur murni *S. cerevisiae* disegarkan pada larutan PDB steril, lalu diinkubasi secara aerobik diatas “rotary shaker” pada suhu ruang selama 12 jam. Kultur starter yang sudah disegarkan diperbanyak pada medium produksi steril didalam fermentor, yang telah diatur kecepatan aerasinya, disamping itu juga ditambahkan asam-basa untuk mengatur pH serta bahan anti buih. Fermentasi dilakukan selama 48 jam pada suhu 28⁰ C, pH sekitar 5 dan kecepatan aerasi 350 rpm.

Massa sel yang diperoleh dipisahkan dari medium dengan sentrifus, kemudian massa sel yang diperoleh dicuci dengan buffer fosfat lalu disebarakan pada loyang pengering.

2. Proses Pengeringan

Proses pengeringan dilakukan didalam lemari pengering (ukuran 50x50x50 cm) yang yang dirancang khusus kedap terhadap udara dan panas dari luar. Sebelum digunakan lemari dibersihkan dengan alkohol, agar terbebas dari kontaminan. Kemudian dimasukkan kapur api sebanyak 2 kg untuk membuat kondisi kering didalam lemari pengering. Setelah 24 jam kapur api diganti dengan yang baru sebanyak 1 kg, bersamaan dengan sampel yang akan dikeringkan dan dibiarkan selama 48 jam.

Pengamatan

1. Parameter Pengeringan

Parameter yang diamati selama pengeringan adalah perubahan berat sampel, berat kapur api, perubahan RH di dalam lemari pengering, perubahan suhu udara ruangan pengeringan dan suhu kapur api, serta penentuan kadar air sampel. Penentuan kadar air dilakukan dengan metoda oven (Fu dan Etzel 1995)

2. Laju pengeringan

Pengamatan laju pengeringan dilakukan terhadap beberapa ketebalan lapisan dalam pengeringan, dalam hal ini diketahui lama pengeringan untuk mencapai kadar air terendah dan viabilitas yang tinggi.

Viabilitas sel dihitung berdasarkan metoda standar perhitungan koloni (Fu dan Etzel 1995). Jumlah koloni dari masing-masing sampel kultur kering, dikoreksi terhadap konsentrasi padatan yang sama dengan larutan kultur segar. Koreksian menggunakan persamaan : $N = Nm \times Sf / Sm$, dimana N adalah nilai koloni/ml yang dilaporkan dari larutan sampel kering dengan konsentrasi yang sama dengan

larutan kultur segar. Nm adalah koloni/ml larutan yang diukur, Sf adalah konsentrasi padatan kultur segar, dan Sm adalah konsentrasi padatan larutan yang diukur. Persentase survival = $100 (N/No)$, dimana No adalah koloni/ml dari larutan kultur segar.

3. Karakteristik kultur kering

Karakteristik kultur kering secara visual terhadap produk kultur kering yang dihasilkan, yakni meliputi “flavor” dan “odor” serta penampilan atau warna. Hasil pengamatan dibandingkan dengan data karakteristik yang dipersyaratkan USDA (2001).

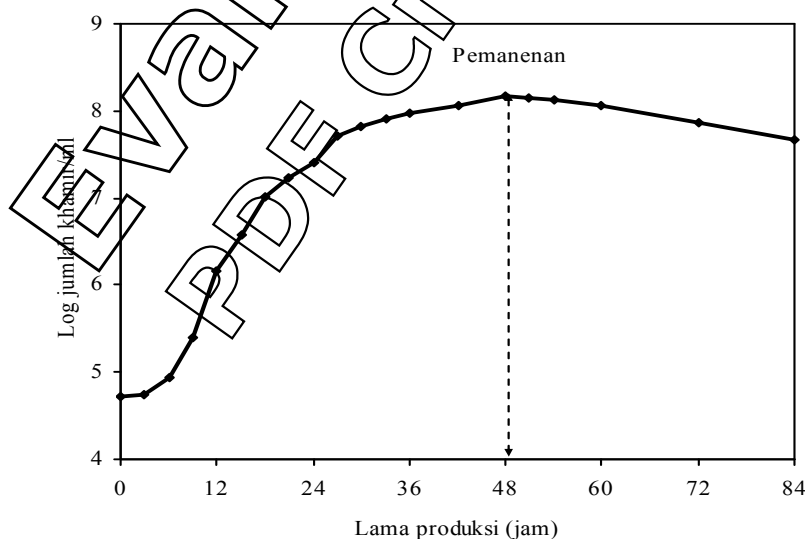
Analisis kebutuhan kapur api dan efisiensi pengeringan

Kebutuhan kapur dapat dihitung berdasarkan energi panas yang dikeluarkan pada saat terjadi reaksi kimia antara uap air dan CaO dalam kapur api. Kecepatan laju pengeringan dihitung berdasarkan penurunan kadar air sampel per waktu pengamatan selama proses pengeringan berlangsung. Efisiensi pengeringan dihitung berdasarkan perbandingan energi kemoreaksi penguapan air dengan energi penyerapan air oleh kapur api.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produksi Kultur *Saccharomyces cerevisiae*

Jumlah sel hidup yang diperoleh dalam medium produksi setelah 24 jam adalah 10^8 per ml, kurva pertumbuhan pada Gambar 1. Dari kurva pertumbuhan diketahui bahwa produksi sel khamir meningkat dengan tajam dalam waktu 36 jam, setelah itu peningkatan agak lambat, produksi tertinggi adalah dalam waktu 48 jam. Setelah itu jumlah sel cenderung stabil dan sedikit menurun pada jam berikutnya.



Gambar 1. Kurva pertumbuhan khamir *Saccharomyces cerevisiae*

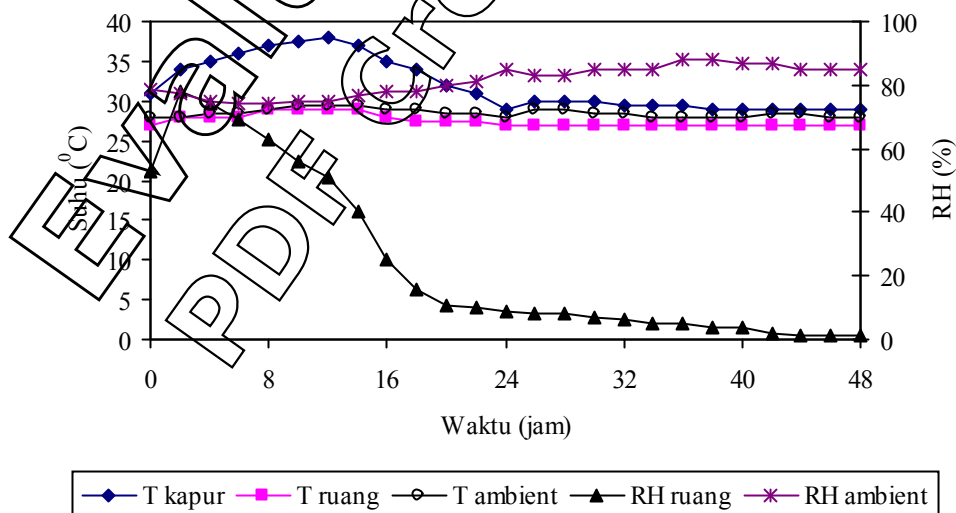
Menurut Wick (1968) di dalam Reed dan Nagodawithana (1991) produksi *Saccharomyces cerevisiae* selama pembuatan wine, terjadi peningkatan jumlah sel dalam waktu 40 -50 jam, setelah itu jumlah sel cenderung stabil. Demikian pula menurut Priest dan Campbell (1996) konsentrasi khamir yang dihasilkan dalam medium produksi dapat mencapai 1.5×10^8 sel per ml dengan viabilitas lebih dari 98 %, dengan waktu propagasi adalah 24 – 48 jam.

Pengeringan Kemoreaksi

Mekanisme pengeringan kemoreaksi adalah terjadinya reaksi antara kalsium oksida (CaO) dengan uap air dari bahan basah, sehingga kapur menjadi panas. Panas yang dihasilkan menyebabkan udara disekeliling bahan menjadi kering sehingga penguapan air dari bahan akan lebih cepat. Selama reaksi antara CaO dan uap air terus berlangsung, maka air dari bahan basah akan terus menguap sampai terjadi kesetimbangan antara kadar air bahan dengan RH (kelembaban relatif) ruang pengering. Pada saat ini bahan menjadi kering dan air dari bahan tidak dapat diuapkan lagi.

1. Parameter Pengeringan

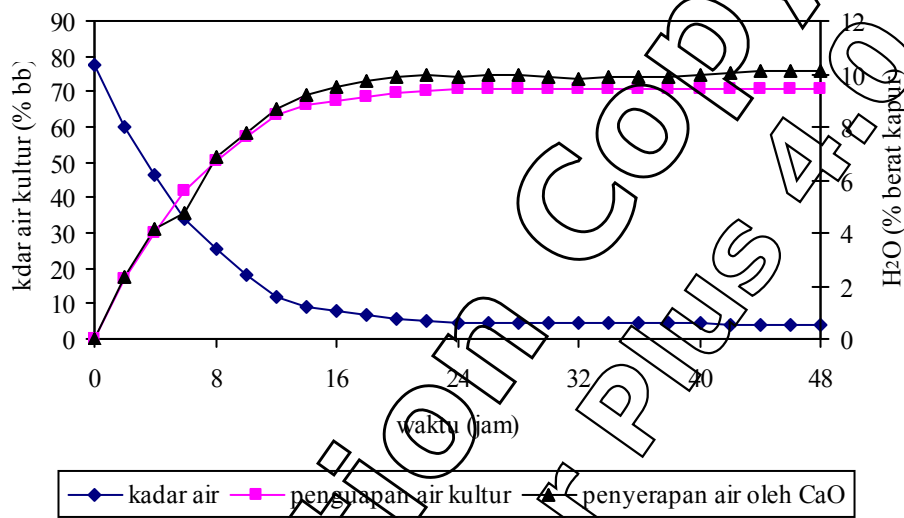
Hasil pengamatan perubahan RH dan suhu selama proses pengeringan dapat dilihat pada kurva Gambar 2. Pada awal proses pengeringan, RH ruangan sedikit mengalami kenaikan tetapi setelah beberapa jam kembali menurun seiring dengan menurunnya kadar air dari kultur khamir yang dikeringkan. Kenaikan nilai RH pada awal proses pengeringan disebabkan karena terjadinya proses keseimbangan uap air antara ruang pengering dengan air yang terdapat pada kultur khamir. Uap air ini kemudian bereaksi dengan CaO yang terkandung dalam kapur api, sehingga RH ruangan menurun dan selanjutnya proses keseimbangan akan terus berlangsung hingga kadar air kultur khamir menjadi rendah.



Gambar 2. Perubahan RH dan suhu selama pengeringan kemoreaksi kultur khamir

Pada Gambar 2 juga dapat dilihat perubahan suhu kapur api selama pengeringan kemoreaksi pada awalnya meningkat dari 30 menjadi 39 °C, kemudian seiring dengan penurunan kadar air khamir suhu kapur menurun dan stabil pada 29 °C. peningkatan suhu kapur ini adalah akibat reaksi antara CaO dengan uap air yang menghasilkan energi panas, besarnya energi panas yang dihasilkan tergantung dari banyaknya uap air yang bereaksi dengan CaO.

Selanjutnya pengamatan terhadap besarnya penyerapan air oleh CaO dan penguapan air dari kultur khamir serta kadar air kultur khamir dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva penyerapan air oleh CaO dan penguapan air dari kultur khamir serta kadar air kultur khamir

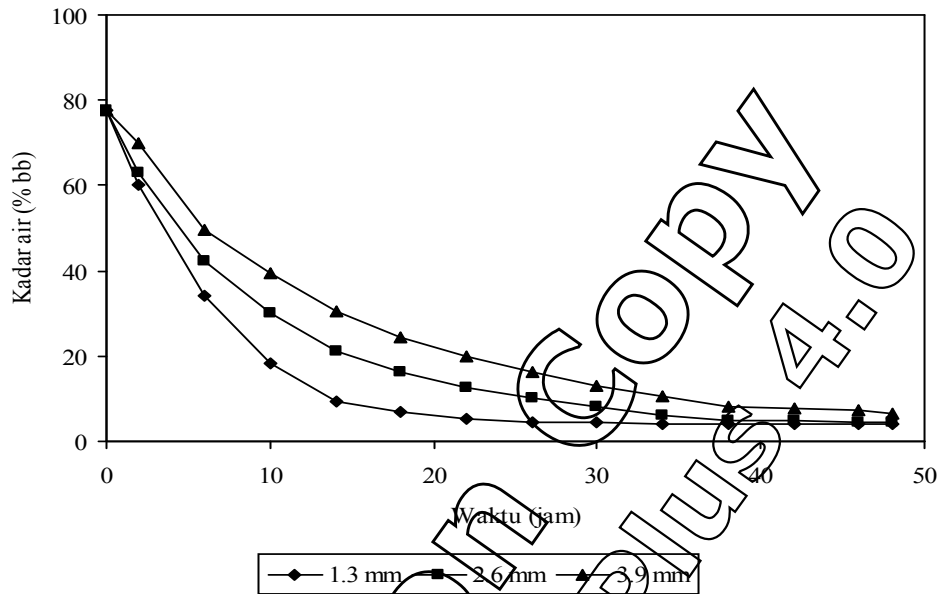
Pada Gambar 3, terlihat besarnya penyerapan air oleh CaO dan penguapan air dari kultur khamir pada awal proses pengeringan berlangsung cepat, setelah itu berlangsung lambat dan cenderung konstan. Perbedaan laju penguapan air dari kultur khamir dan laju penyerapan air oleh CaO pada awal pengeringan kecil, tetapi setelah 12 jam proses penyerapan lebih besar dari penguapan. Demikian juga terlihat kadar air kultur khamir pada awal pengeringan penurunannya tajam, kemudian setelah 12 jam penurunan kadar air melambat dan cenderung konstan. Hal ini disebabkan karena pada awal proses air yang dilepas oleh kultur berupa air bebas dengan energi pengikatan yang lemah sehingga mudah dikeluarkan. Setelah air bebas habis, maka selanjutnya air yang dikeluarkan berupa air ikatan dengan energi pengikatan yang lebih besar sehingga sulit dikeluarkan.

2. Laju pengeringan pada berbagai ketebalan lapisan

Pengamatan laju pengeringan pada berbagai ketebalan lapisan bertujuan untuk menentukan ketebalan yang tepat dalam waktu singkat, dan viabilitas kultur kering yang dihasilkan masih tinggi.

Dari hasil pengamatan (Gambar 4) dapat dilihat bahwa ketebalan 1.3 mm, kurva penurunan kadar airnya paling tajam selama pengeringan 12 jam pertama. Kemudian kurva penurunan kadar airnya lebih lambat dari ketebalan 2.6 mm dan

ketebalan 3.9 mm, dan setelah 24 jam terlihat kurvanya mendatar. Sedangkan untuk perlakuan lainnya kurva penurunan kadar airnya mendatar setelah pengeringan 36 jam.



Gambar 4. Kurva penurunan kadar air kultur khamir selama pengeringan kemoreaksi

Pada kurva penurunan kadar air (Gambar 4) dapat dilihat sampel dengan ketebalan 1.3 mm mencapai kadar air 5% dalam waktu 22 jam, dan setelah 24 jam kadar air mencapai konstan pada 4.23%. Ketebalan 2.6 mm mencapai kadar air 5% dalam waktu 36 jam dan setelah 48 jam kadar air mencapai 4.51%, sedangkan ketebalan 3.9 mm kadar air yang dicapai setelah 48 jam adalah 6.64%. Hal ini menunjukkan bahwa ketebalan bahan yang dikeringkan akan mempengaruhi kecepatan pengeringan kemoreaksi. Semakin tipis lapisan bahan maka penguapan air lebih cepat terjadi, sedangkan penambahan waktu pengeringan tidak banyak pengaruhnya terhadap penurunan kadar air.

Kadar air yang dicapai diakhir pengeringan disebut juga kadar air kesetimbangan (Barbosa-Canovas dan Vega-Mercado 1996). Dalam pengeringan kemoreaksi kadar air kesetimbangan sangat penting artinya karena menentukan kadar air terendah yang dapat dicapai pada proses pengeringan.

3. Viabilitas Kultur Kering

Hasil pengamatan total mikroba hidup dari masing-masing kultur kering (Tabel 1) cukup tinggi. Hal ini disebabkan karena proses kesetimbangan ini dapat tercapai dalam waktu yang relatif singkat sehingga tidak banyak pengaruhnya terhadap viabilitas kultur kering yang dihasilkan. Suhu udara di dalam ruang pengering selama terjadinya proses pengeringan adalah 27 °C– 28 °C, sedangkan suhu CaO adalah 30 °C– 35 °C.

Tabel 1. Pengaruh tebal lapisan pengeringan terhadap kadar air akhir setelah pengeringan 48 jam dan viabilitas kultur kering yang dihasilkan

Tebal lapisan (mm)	Kadar air akhir		Total mikroba (koloni/g)	Viabilitas (%)
	(% b b)	(% b k)		
1.3	4.23	4.42	1.69×10^9	71
2.6	4.51	4.72	1.23×10^9	55
3.9	6.64	7.11	0.78×10^9	35
			2.25×10^9 *)	100

*) Kontrol (kultur sebelum dikeringkan dengan kadar air awal 77.56 (% b b))

Untuk mengetahui pengaruh kadar air selama pengeringan terhadap viabilitas, dilakukan pengamatan terhadap ketebalan lapisan 1.3 mm. Dari hasil pengamatan (Tabel 2) diketahui bahwa selama pengeringan kultur terjadi penurunan jumlah sel yang hidup. Hal ini mungkin disebabkan selama penurunan kadar air terjadi stress pada sel, sehingga mikroba tidak membentuk koloni pada medium tumbuh, dengan demikian jumlah koloni yang terhitung lebih rendah.

Semakin rendah kadar air terlihat jumlah mikroba yang hidup juga rendah. Pada kondisi ini mungkin mikroba mengalami dorman, karena terbatasnya air dalam sel, yang berperan sebagai katalisator untuk terjadinya reaksi-reaksi kimia dan biokimia didalam sel. Menurut Davis (1975) dalam pengeringan kultur mikroba, kultur starter yang baik harus mengandung sel hidup diatas 10^7 koloni/gram berat kering. Pada hasil penelitian ini kultur starter kering yang dihasilkan rata-rata untuk setiap perlakuan adalah diatas 10^9 koloni/gram berat kering. Dengan demikian proses pengeringan kemoreaksi mempunyai potensi untuk dikembangkan dalam pengeringan kultur mikroba.

Tabel 2. Hasil pengamatan viabilitas kultur *Saccharomyces cerevisiae* selama pengeringan

Waktu (jam)	Kadar air (% bb)	Kadar air (% bk)	Σ Mikroba hidup (koloni/gr)
0	77.56	-	2.25×10^9
4	46.44	86.71	1.84×10^9
10	18.19	22.23	1.63×10^9
16	7.92	8.60	1.63×10^9
20	5.75	6.10	1.61×10^9
24	4.37	4.57	1.59×10^9

Karakteristik Kultur khamir kering

Karakteristik kultur khamir kering hasil penelitian ini bila dibandingkan dengan khamir kering komersial seperti pada Tabel 3, terlihat banyak kesamaannya. Jadi metode pengeringan kemoreaksi baik digunakan untuk pengeringan kultur mikroba, karena hasil yang diperoleh memenuhi persyaratan yang ditentukan untuk khamir kering aktif.

Tabel 3. Karakteristik kultur khamir kering

Karakteristik	Hasil penelitian	Komersial (USDA, 2001)
1. Processing	Pengeringan dari kultur murni	Pengeringan dari kultur murni
2. Flavor dan odor	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> Tidak berbau	<i>Saccharomyces cerevisiae</i> Bebas dari bau yang tidak diinginkan
3. Penampilan/warna	Mempunyai flavor khas Berwarna coklat terang	Berwarna coklat terang
4. Bahan asing	Bebas dari serangga dan kotoran	Bebas dari serangga dan kotoran
1. Analisis mikrobiologi * <i>Salmonella</i>	kapang dan BAL < 2 % negatif	negatif (BAM/Bab 5)
2. Analisis kadar air * khamir kering aktif * khamir aktif instan	4.0 - 5.0 persen	6.0 - 8.5 persen (AOAC /960.18 - 961.06) 4.0 - 5.5 persen (AOAC /960.18 - 961.06)

Analisis Kebutuhan Kapur Api

Perhitungan kebutuhan kapur api (CaO) yang digunakan sebagai absorbent dalam pengeringan suatu bahan, dilakukan berdasarkan reaksi antara CaO dengan H₂O seperti pada persamaan berikut :



Secara teoritis air yang diserap dalam pembentukan Ca(OH)₂ adalah sebesar $18.02/56.08 = 1/3$ kali berat CaO. Berdasarkan hal ini dapat dilakukan perhitungan kebutuhan CaO untuk pengeringan suatu bahan dan kadar air awal (M₁) sampai kadar air akhir yang diinginkan (M_f) sebagai berikut :

- Berat awal/bahan yang akan dikeringkan = W₁ (g)
- Kadar air awal bahan yang akan dikeringkan = M₁ (% bb)
- Kadar air akhir bahan yang akan diinginkan = M_f (% bb)

Berat bahan kering = W_d (g)

$$W_d = W_1 - (W_1 \times M_f) \dots\dots\dots (1)$$

- Banyaknya air yang harus dikeluarkan = W_a (g)

$$100 (M_1 - M_f)$$

$$W_a = \frac{100 (M_1 - M_f)}{(100 - M_1)(100 - M_f)} \times W_d \dots\dots\dots (2)$$

$$(100 - M_1)(100 - M_f)$$

- Banyaknya air yang harus dikeluarkan (mol) = W_a/BM H₂O = 0.055 W_a
- CaO yang dibutuhkan untuk mengabsorpsi air sebanyak 0.055 W_a = W_{CaO} (g)
W_{CaO} = 0.055 W_a x BM CaO

$$W_{CaO} = 0.055 W_a \times 56.08$$

$$W_{CaO} = 3.112 W_a \dots\dots\dots (3)$$

- Jika kadar CaO dalam kapur api = x (%), maka dibutuhkan kapur api = Wk (g)

$$Wk = (3.112 W_a)/x \dots\dots\dots (4)$$

Berdasarkan persamaan (1), (2), (3) dan (4) diatas maka dapat dihitung kebutuhan kapur api untuk mengeringkan 100 g kultur *Saccharomyces cerevisiae* dari kadar air 80 % (bb) hingga kadar air yang aman sekitar 5 % (bb) seperti disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil perhitungan kapur api untuk pengeringan kultur *Saccharomyces cerevisiae*

Komponen	Jumlah
Berat kultur (krim sel) = W1 (g)	100.00
Kadar air awal = M1 (% bb)	80.00
Kadar air akhir = Mt (% bb)	5.00
Berat bahan kering = Wd (g)	20.00
Air yang harus dikeluarkan = Wa (g)	79.00
Kebutuhan CaO = WCaO (g)	246.00
Kadar CaO dalam kapur api = x (%)	80.00
Kebutuhan kapur api = Wk (g)	293.16
Kebutuhan kapur minimum (%)	29.32

Dari Tabel diatas diketahui kebutuhan kapur api untuk pengeringan kultur *Saccharomyces cerevisiae* adalah sekitar 3 sampai 5 kali dari berat sampel.

Potensi Energi kapur api untuk pengeringan kemoreaksi

Dalam proses pengeringan diperlukan energi untuk udara pengering dan energi untuk menguapkan air bahan. Menurut Heldman dan Singh (1981) energi untuk menguapkan air bahan pada pengeringan adalah :

$$q = W_a \times h_{fg} \dots\dots\dots (5)$$

Nilai W_a (laju penguapan air bahan) dan h_{fg} (panas laten penguapan) akan berubah sesuai dengan tingkat kadar air bahan yang dikeringkan

Pada percobaan ini energi kemoreaksi dihitung berdasarkan entalpi pembentukan $Ca(OH)_2$ dari reaksi antara CaO dan H_2O yang menghasilkan energi panas sebesar 64.8 kJ seperti reaksi berikut :



Dari persamaan reaksi diatas diketahui banyaknya CaO yang bereaksi dengan H_2O adalah sebanding, dan dikeluarkan energi sebesar 64.8 kJ.

Jadi perhitungan energi kemoreaksi penyerapan air dan penguapan air dari sel khamir adalah sebagai berikut.

Asumsi yang digunakan :

- reaksi antara CaO dan air pada sel khamir sama dengan reaksi antara CaO dan air murni, sehingga besarnya energi yang dikeluarkan untuk tiap 1 mol CaO yang bereaksi dengan 1 mol H₂O adalah 64.8 kJ
- penambahan berat kapur merupakan banyaknya air dari sel khamir yang diserap oleh kapur
- panas laten penguapan air dari sel = 1.25 x panas laten penguapan air murni pada kadar air yang rendah dari air murni, besarnya energi yang dibutuhkan untuk penguapan air dari bahan 25-35% lebih besar dari energi yang dibutuhkan untuk penguapan air bebas (Brooker *et al.*, 1981)

Jika penambahan berat kapur 23.12 g, maka energi penyerapan air dari kapur api

$$= 23.12/\text{BM H}_2\text{O} \times 64.8 \text{ kJ} = 83.14 \text{ kJ}$$

$$= 23.12/18.02 \times 64.8 \text{ kJ} = 83.14 \text{ kJ}$$

Energi penguapan air dari sel khamir dihitung dengan menggunakan persamaan $q_2 = w \times h_{fg}$

Dimana : q_2 = energi panas yang dibutuhkan untuk penguapan air dari bahan

w = banyaknya air yang diuapkan (kg)

h_{fg} = panas laten penguapan air murni pada suhu 27.5 °C = 2437 kJ/kg

panas laten penguapan air dari sel khamir = 2437 x 1.25 = 3046.25 kJ/kg

Jika banyaknya air yang diuapkan dari sel khamir = 22.28 g = 22.28 x 10⁻³ kg, maka $q_2 = 22.28 \times 10^{-3} \text{ kg} \times 3046.25 \text{ kJ/kg} = 67.88 \text{ kJ}$

Hasil perhitungan energi kemoreaksi penyerapan uap air dan energi kemoreaksi penguapan air dari sel khamir dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Potensi energi kemoreaksi dalam pengeringan kultur *Saccharomyces cerevisiae*

Waktu (Jam)	↓ Berat bahan (g)	Δ Berat bahan (g)	↑ Berat kapur (g)	Δ Berat kapur (g)	Energi kemoreaksi penyerapan (kJ)	Energi kemoreaksi penguapan (kJ)
0	100.00	0.00	1000.00	0.00	0.00	0.00
2	77.72	22.28	1023.12	23.12	83.14	67.88
4	59.92	40.08	1041.41	41.41	148.91	122.09
6	44.01	55.99	1047.29	47.29	170.06	170.55
8	32.95	67.05	1068.34	68.34	245.75	204.24
10	23.47	76.53	1078.02	78.02	280.56	233.13
12	15.32	84.68	1086.55	86.55	311.23	257.97
14	10.22	89.78	1089.73	89.73	322.67	268.42
16	8.99	91.01	1091.40	91.40	328.67	273.49
18	7.42	92.58	1092.11	92.11	331.23	277.23
20	6.61	93.39	1093.13	93.13	334.90	282.02
22	5.60	94.40	1094.42	94.42	339.53	284.50
24	5.46	94.54	1104.12	95.45	343.24	287.45

Efisiensi Pengeringan Kemoreaksi

Efisiensi pengeringan adalah hasil perbandingan antara panas yang secara teoritis dibutuhkan dengan penggunaan panas yang sebenarnya dalam pengeringan (Taib et al, 1988). Pada pengeringan kemoreaksi dengan menggunakan kapur api, efisiensi pengeringan dapat dilihat dari perbandingan antara besarnya energi yang dibutuhkan untuk penguapan air dengan energi panas yang dilepas dari reaksi antara CaO dan air (H₂O) yang terdapat dalam bahan yang dikeringkan.

Perhitungan efisiensi pengeringan kultur khamir adalah

Energi kemoreaksi penyerapan air oleh CaO selama pengeringan = 343.24 kJ

Energi kemoreaksi penguapan air dari sel khamir selama pengeringan = 287.45 kJ

Efisiensi energi pengeringan = $(287.45 / 343.24) \times 100\% = 83\%$

KESIMPULAN

Kapur api mempunyai potensi absorpsi terhadap air dalam bentuk uap yang terdapat di lingkungan udara pengering dan bereaksi dengan uap air tersebut. Reaksi uap air dengan kapur api tersebut menghasilkan sejumlah energi panas yang ditandai dengan meningkatnya suhu kapur api. Potensi absorpsi dan potensi energi kapur api ini dapat dimanfaatkan untuk proses pengeringan.

Parameter yang berperan dalam pengeringan kemoreaksi dengan menggunakan kapur api terutama adalah RH ruang pengering dan kadar air kultur khamir. Kemampuan kapur api untuk menurunkan kadar air kultur disebabkan karena kemampuannya untuk menyerap uap air dari udara pengering, sehingga RH udara akan menurun. Suhu ruang pengering selama proses pengering berlangsung mendekati suhu ambien.

Ketebalan lapisan pengeringan yang dapat menghasilkan kultur kering dengan kadar air yang rendah dan viabilitas tinggi dalam waktu singkat adalah 1.3 mm. Selama pengeringan 24 jam diperoleh kultur khamir kering dengan kadar air kadar air 4.57 (%bk) dengan jumlah sel hidup adalah 1.59×10^9 .

Kebutuhan kapur api untuk pengeringan adalah 3 sampai 5 kali jumlah kultur khamir yang akan dikeringkan. Hasil pengeringan dengan menggunakan kapur api sebanyak 10 kali jumlah kultur khamir, dengan lama pengeringan 24 jam diperoleh energi kemoreaksi penyerapan air oleh CaO adalah 343.24 kJ. Energi kemoreaksi penguapan air dari sel khamir selama pengeringan adalah 287.45 kJ. Efisiensi energi pengeringan dengan jumlah kapur api 10 x berat kultur adalah 83 %.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS (Badan Pusat Statistik) 2005. Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia. Publikasi Statistik Impor 2004. Jilid I. Badan Pusat Statistik, Jakarta Indonesia
- Barbosa-Canovas GV, Vega-Mercado. 1996. Dehydration of foods. International Thomson Publishing New York. Chapman and Hall, New York.
- Chang R and Tikanen W. 1989. The Top Fifty Industrial Chemicals. Tandom House, New York.
- Davis JG. 1975. Microbiology of Yogurt. Di dalam Carr JG, Cutting CV, Witting CC, editor. Lactis Acid Bacteria in Beverage and Food. Academic Press. London.
- Fu WY and Etzel R. 1995. Spray drying of *Lactococcus lactis* ssp. Lactis C2 and cellular injury. J. Food Sci. 60 (1) : 195-200
- Heldman DA dan Singh LN. 1981. Food Dehydration. Food Process. Eng. The AVI. Publ. Co. Westport, Connecticut.
- Novelina. 2005. Kajian pengeringan kemoreaksi dengan kalsium oksida dan dampaknya terhadap stres dan kematian kultur *Saccharomyces cerevisiae*. Disertasi Ilmu Pangan, Pascasarjana IPB. Bogor.
- Priest FG, Campbell I. 1996. Brewing Microbiology. 2nd edition. Chapman & Hall. London, Glasgow, Weinheim, New York, Tokyo, Melbourne, Madras.
- Reed G and Nagodawithana TW. 1991. Yeast Technology 2nd edition. An Avi Book, Publisher by Van Nostrand Reinhold, New York.
- Soskarto ST. 2000. Rengembangan teknologi pengeringan dingin secara absorpsi dengan kapur api untuk hasil pertanian, bahan biologik dan bioaktif. PAU Pangan dan Gizi Institut pertanian Bogor.
- Taib G, Gumbira E dan Wiraatmadja S. 1988. Operasi pengeringan pada pengolahan hasil pertanian. PT Medyatama Sarana Perkasa. Jakarta.
- USDA [The United State Department of Agriculture]. 2001. Commercial Item Description Yeast, Baker's (Active Dry Yeast). <http://www.ams.usda.gov/fv/fvqual.htm> (11 Oktober 2004).