

**VIABILITAS INOKULUM BAKTERI ASAM LAKTAT (BAL) YANG
DIKERINGKAN SECARA KEMOREAKSI DENGAN KALSIUM OKSIDA (CaO)
DAN APLIKASINYA PADA TEMPOYAK**
(The viability of lactic acid bacteria (BAL) dried through chemoreaction with Calcium
Oxide (CaO) and its application in tempoyak)

Neti Yuliana¹⁾

- 1) Staf Pengajar Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung
Jl. Prof. Soemantri Brojonegoro No. 1 Bandar Lampung, Lampung 35145
Telp. 0721-781823; e-mail: yuliana_thp@unila.ac.id

ABSTRACT

Chemoreaction drying using Calcium oxide (CaO) has potential to be applied due to its heatless effect and low cost. The aim of this research is to know the effect of CaO concentration upon chemoreaction drying on viability of lactic acid bacteria (LAB), as well as to know the effect of carboxyl methyl cellulose (CMC) as protecting agent on viability of LAB and to evaluate its application of that inoculums on fermented durian. The results showed that the higher concentration of CaO used, the faster velocity of drying. The highest viability of LAB (68%) was achieved by the treatment of CaO ratio and culture of 1:5. However, the LAB viability of this research was considered low indicated that it needs improvement in the further research. The CMC as protecting agent was able to increase viability of LAB compare to those without CMC treatment. Application of inoculums to tempoyak fermentation was comparable as it had highest sensorial score and total LAB compare to those without LAB inoculums in term of more acid.

Keywords: Calcium oxide, chemoreaction, drying, tempoyak, viability.

PENDAHULUAN

Tempoyak merupakan makanan yang terbuat dari daging buah durian yang diawetkan dengan gula dan garam, diperam serta disimpan rapat dalam botol. Fermentasi tempoyak menghasilkan asam laktat yang disebabkan oleh bakteri asam laktat (BAL) (Atlas, 1995 Nurainy, 1991; Yuliana, 2004).

Fermentasi tempoyak secara umum dilakukan secara tradisional. Menurut Rahayu (1988), fermentasi tradisional memungkinkan terjadinya pertumbuhan mikroba yang tidak dikehendaki antara lain yang bersifat dapat membentuk komponen beracun atau penghasil *flavor* yang tidak dikehendaki. Oleh karena itu,

pembuatan tempoyak secara terkontrol dengan inokulum BAL murni perlu dilakukan, karena menurut Frazier dan Westhoff (1988), asam laktat yang dihasilkan BAL dapat juga berfungsi sebagai preservatif terhadap organisme lainnya.

Hasil penelitian Malau (2006) yang menggunakan inokulum BAL kering *Pediococcus acidilactici* menunjukkan bahwa tempoyak dengan inokulum kering memiliki total asam yang lebih besar, konsistensi yang lebih kering, tidak mengurangi warna dan aroma asli tempoyak, rasa yang lebih asam dan panelis lebih menyukai sampel tempoyak dengan inokulum kering daripada cair.

Masalah yang dihadapi pada pembuatan inokulum kering umumnya biaya pengeringan yang mahal. Salah satu metode pengeringan dingin yang potensial dan berbiaya rendah namun belum banyak diaplikasikan untuk pengeringan inokulum adalah pengeringan kemoreaksi menggunakan CaO. Metode ini selain biayanya rendah, metodenya sangat sederhana, mudah dan selama ini pemanfaatannya belum optimal.

Penggunaan CaO sebagai pengering telah diteliti oleh Novelina (2005) terhadap *Saccharomyces cereviceae* dan hasilnya baik karena viabilitasnya cukup tinggi (54-72%) dengan total mikroba berkisar antara $0,94 \times 10^9$ sampai dengan $1,75 \times 10^9$ CFU per gram. Oleh karena itu, pengeringan kemoreaksi dengan CaO diharapkan dapat diaplikasikan juga untuk inokulum BAL.

Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh konsentrasi CaO pada pengeringan secara kemoreaksi terhadap jumlah dan viabilitas inokulum BAL kering, mengetahui pengaruh bahan pelindung CMC terhadap jumlah dan viabilitas inokulum BAL kering selama pengeringan dan mengetahui pengaruh penambahan inokulum BAL kering terhadap sensori tempoyak.

METODOLOGI

Bahan dan Alat

Buah durian untuk fermentasi tempoyak dan CMC diperoleh dari Pasar Koga, Bandarlampung. Inokulum yang digunakan adalah BAL yang diisolasi dari tempoyak yang dibuat di Lab. Analisis Hasil Pertanian Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Lampung. Kalsium oksida (CaO) sebagai bahan pengering diperoleh dari Padalarang, Jawa

Barat. Media MRS Broth dan MRS Agar digunakan untuk produksi sel. Bahan kimia lainnya terdiri dari fenolftalein, NaOH, air bebas ion dan NaCl 0,85%.

Alat-alat yang digunakan adalah neraca elektrik, autoklaf, spektrofotometer, mikropipet, inkubator, sentrifus, Tupperware, *colony counter*, pH meter, vortex, aluminium foil, bunsen, kuvet, kertas Whatman No. 42, kapas dan seperangkat alat-alat gelas.

Metode Penelitian

Persiapan dan Penentuan Fase Aktif Inokulum Bakteri Asam Laktat (BAL)

Sebanyak 1 gram sampel tempoyak diencerkan ke dalam larutan garam fisiologis 0,85% pada pengenceran 10^{-1} . Sampel sebanyak 1 ml dipindahkan ke dalam media agar dan diinkubasi selama 24 jam. Inokulum BAL yang tumbuh di media agar kemudian dipindahkan ke dalam 10 tabung reaksi berisi 9 ml media MRS Broth dengan menggunakan jarum ose sebanyak 2 kali gores dan diinkubasi kembali selama 24 jam.

Inokulum BAL selanjutnya dipindahkan kembali masing-masing sebanyak 0,1 ml ke dalam 24 tabung reaksi (3 kali ulangan yang terdiri dari 8 tabung reaksi) berisi MRS borth 9 ml. Inokulum kemudian diamati pola pertumbuhannya setiap 4 jam sekali selama 28 jam inkubasi. Pola pertumbuhan diamati dengan melakukan pengukuran terhadap pH, total asam dan OD (*optical density*). Pola pertumbuhan yang diperoleh pada kondisi ini digunakan sebagai acuan penentuan fase aktif, yaitu saat sel berada dalam jumlah yang maksimum dan sangat baik digunakan dalam pembuatan kultur kering.

Laju Pengeringan Inokulum BAL

Sebanyak 1 ml inokulum BAL disegarkan dari simpanan inokulum BAL pada MRS Broth ke dalam 2 buah tabung reaksi yang masing-masing berisi 5 ml MRS Broth dan diinkubasi selama 24 jam. Inokulum kemudian dipindahkan masing-masing sebanyak 1 ml (1%) ke dalam 4 labu Erlenmeyer yang masing-masing berisi 100 ml MRS Broth dan kemudian diinkubasi selama 24 jam.

Inokulum BAL kemudian disentrifugasi pada kecepatan 3500 rpm selama 20 menit, dicuci dengan larutan garam fisiologis (NaCl) 0,85% dan selanjutnya dikeringkan dengan empat jenis rasio perlakuan pengeringan selama 24 jam untuk diamati kadar airnya (basis basah dan basis kering) setiap 2 jam sekali. Empat jenis rasio perlakuan pengeringan dengan perbandingan inokulum dan penggunaan CaO untuk mengeringkan inokulum adalah 1:5; 1:10; 1:15 dan 1:20 (b/b).

Pengamatan dilakukan terhadap kadar air yang terkandung dalam inokulum dan kecepatan laju pengeringan di antara keempat jenis perlakuan pengeringan.

Uji Viabilitas Inokulum BAL

Sebanyak 1 ml simpanan inokulum BAL pada MRS Broth disegarkan ke dalam 5 tabung reaksi masing-masing berisi 5 ml MRS Broth dan diinkubasi selama 24 jam. Inokulum kemudian dipindahkan masing-masing sebanyak 4 ml (1%) ke dalam labu Erlenmeyer berisi 400 ml MRS Broth dan diinkubasi selama 24 jam. Sebanyak 0,1 ml inokulum BAL diencerkan dalam 9,9 ml larutan pengencer pada pengenceran 10^{-4} , 10^{-5} dan 10^{-6} untuk dianalisis sebagai total BAL awal menggunakan metode *Total Plate Count*

(TPC). Sebagian lainnya kemudian disentrifugasi pada kecepatan 3500 rpm selama 20 menit dan dicuci dengan larutan garam fisiologis (0,85%). Selanjutnya, inokulum BAL dikeringkan selama 10 jam dengan 4 jenis rasio perlakuan pengeringan 1:5, 1:10, 1:15 dan 1:20 (b/b). Masing-masing inokulum BAL kering tiap perlakuan dilarutkan dalam 100 ml larutan garam fisiologis. Inokulum BAL kemudian diambil sebanyak 0,1 ml untuk diencerkan dalam 9,9 ml larutan pengencer pada pengenceran 10^{-3} , 10^{-4} dan 10^{-5} . Sebanyak 0,1 ml diinokulasikan ke dalam cawan agar dengan metode TPC untuk dianalisis sebagai total BAL akhir.

Pengamatan dilakukan terhadap viabilitas inokulum yaitu perbandingan antara total BAL akhir dan total BAL awal hasil pengeringan masing-masing keempat jenis perlakuan dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Shin *et al.*, 2000):

$$\% \text{ viabilitas} = \frac{\text{Total BAL Akhir (CFU/ml)}}{\text{Total BAL Awal (CFU/ml)}} \times 100\%$$

Pengujian Bahan Pelindung CMC pada Rasio Perlakuan 1 : 20

Sebanyak 1 ml inokulum BAL dari cadangan inokulum BAL disegarkan ke dalam 5 ml MRS Broth dan diinkubasi selama 24 jam. Memindahkan inokulum BAL sebanyak 4 ml (1%) ke dalam labu Erlenmeyer berisi 400 ml MRS Broth dan diinkubasi pada suhu kamar selama 24 jam. Sebanyak 0,1 ml inokulum BAL diencerkan dalam 9,9 ml larutan pengencer pada pengenceran 10^{-4} , 10^{-5} dan 10^{-6} untuk dianalisis sebagai total BAL awal menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC). Sebagian lainnya kemudian disentrifugasi pada kecepatan 3500 rpm

selama 20 menit dan dicuci dengan larutan garam fisiologis (NaCl) 0,85%. Selanjutnya, CMC sebesar 2% dari massa BAL dicampur dan disentrifugasi pada kecepatan 3500 rpm selama 20 menit. Endapan kemudian dikeringkan selama 10 jam pada rasio perlakuan dengan produksi kalor dan kemampuan absorpsi bahan terbesar yaitu 1:20 (b/b).

Inokulum BAL kering dilarutkan dalam 100 ml larutan garam fisiologis. Inokulum BAL dan diambil sebanyak 0,1 ml untuk diencerkan dalam 9,9 ml larutan pengencer pada faktor pengenceran 10^{-3} , 10^{-4} dan 10^{-5} . Sebanyak 0,1 ml diinokulasikan ke dalam cawan agar dengan metode TPC untuk dianalisis sebagai total BAL akhir.

Pengamatan dilakukan terhadap perbandingan viabilitas inokulum BAL pada inokulum BAL dengan pelindung CMC dan inokulum BAL yang tidak ditambahkan bahan pelindung (kontrol).

Aplikasi Inokulum BAL Kering pada Pembuatan Tempoyak

Sebanyak 400 gram daging buah durian ditambahkan garam sebanyak 5% (b/b) hingga homogen. Daging buah durian dibagi menjadi empat bagian, masing-masing sebesar 100 gram. Dua bagian diberi inokulum kering BAL hasil pengujian terbaik pada tahap 5 dan dua bagian lainnya tidak diberi inokulum kering.

Adonan daging buah durian ditutup rapat dan difermentasi secara anaerob selama empat hari pada suhu ruang. Setiap bagian adonan durian dilakukan pengukuran sensorinya terhadap aroma dan asam dengan metode *scoring* (pemeringkatan) pada 0, 2 dan 4 hari fermentasi. Setiap bagian diberi

kode empat angka acak yang berbeda dan disajikan kepada 15 orang panelis semi terlatih yang merupakan mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Skala numerik terdiri dari nilai 1 sampai dengan 7 dengan parameter “belum ada” sampai dengan “sangat kuat.” Sebagai data penunjang maka dilakukan pengukuran pH dan total asam pada 0, 2 dan 4 hari fermentasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

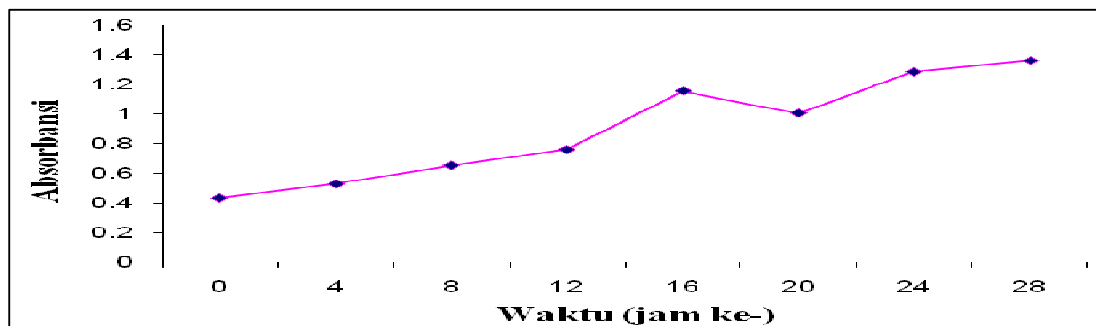
Persiapan dan Penentuan Fase Aktif Inokulum BAL

Bakteri asam laktat (BAL) langsung memasuki fase logaritmik hingga jam ke dua puluh delapan yang merupakan fase optimum BAL karena media yang digunakan pada saat pertumbuhannya menggunakan media yang sama (MRS Broth) dengan kondisi sebelumnya (saat diinkubasi). Menurut Caldwell (1995), lamanya fase lag dipengaruhi banyak faktor, antara lain kondisi pertumbuhan sekarang dengan kondisi pertumbuhan sebelumnya. Jika kondisi sekarang mendekati kondisi sebelumnya, fase lag menjadi sangat singkat sehingga tidak dapat diketahui persis.

Hasil pengamatan terhadap nilai absorbansi BAL menunjukkan bahwa BAL telah dapat digunakan sebagai inokulum ketika berada pada puncak fase logaritmik saat inkubasi berjalan selama 24 – 28 jam atau jika nilai absorbansi telah mencapai sekitar 1,29 (Gambar 1). Meningkatnya nilai absorbansi merupakan indikator bahwa BAL yang terdapat pada suatu media jumlahnya meningkat. Indikator lain ialah total asam dan pH yang laju perubahannya dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 1 menunjukkan bahwa pertumbuhan BAL pada penelitian, sampai dengan jam ke-28 hanya mengalami dua fase yaitu fase lag yang singkat dan fase logaritmik. Hal ini karena selain media

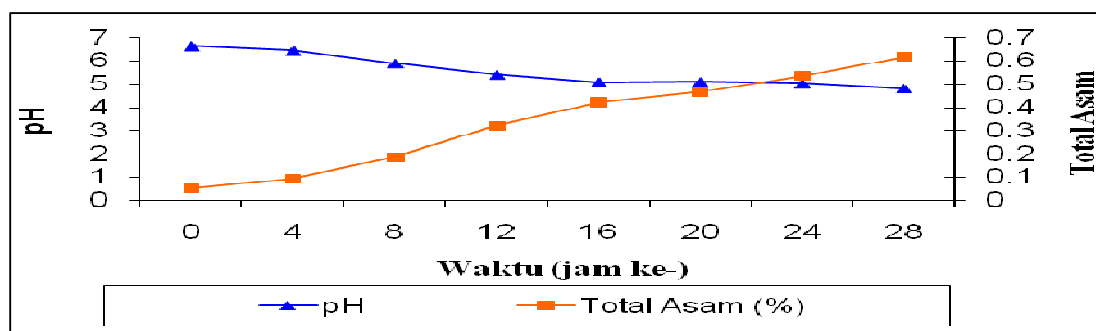
pertumbuhannya yang cocok, karena juga masih besarnya perbandingan antara media dan jumlah sel sehingga belum terjadi kompetisi konsumsi di antara sel seperti pada fase stasioner dan fase kematian.



Gambar 1. Grafik laju peningkatan nilai absorbansi BAL

Gambar 2 menunjukkan nilai total asam terus meningkat sejak jam ke-0 sebesar 0,05% hingga jam ke-28 sebesar 0,62% pada masa inkubasi. Hal ini karena BAL dalam aktivitasnya merombak komponen utama MRS Broth yaitu gula reduksi (glukosa dan fruktosa) yang merupakan substrat bagi aktivitas dan pertumbuhannya dan akan menghasilkan sejumlah besar asam-asam organik. Asam-asam organik yang dihasilkan BAL antara lain asam laktat, asam asetat, asam malat, ethanol, CO₂ dan asam-

asam organik lainnya (Ekowati, 1998; Hasrul, 2001; Yuliana, 2003). Akumulasi dari asam-asam organik ini menyebabkan semakin meningkatnya total asam seiring dengan bertambahnya waktu inkubasi. Meningkatnya jumlah asam organik pada suatu bahan berbanding terbalik terhadap nilai pH. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pH mengalami penurunan cukup drastis dari 6,64 pada jam ke-0 menjadi 4,82 pada jam ke-28.



Gambar 2. Grafik laju peningkatan total asam dan penurunan nilai pH

Laju Pengeringan Inokulum

Tabel 1. Data laju pengeringan dari empat rasio perlakuan berbeda

Rasio perlakuan	Laju Pengeringan
1 : 5	0,19
1 : 10	0,25
1 : 15	0,34
1 : 20	0,58

Hasil pengamatan (Tabel 1) menunjukkan semakin tinggi rasio CaO maka semakin cepat laju pengeringan berlangsung dan kadar air yang dihasilkan semakin rendah. Hal ini karena pada rasio yang lebih tinggi akan menghasilkan suhu yang lebih tinggi sehingga proses pengeluaran uap berlangsung lebih cepat karena adanya perbedaan tekanan antara bahan dan udara pengering sehingga mempercepat pengeringan. Semakin tinggi suhu udara pengeringan maka semakin besar energi panas yang dibawa udara sehingga semakin banyak pula jumlah massa cairan yang diuapkan dari permukaan bahan (Taib *et al.*, 1978).

Pengeringan kemoreaksi dengan CaO termasuk cara dehidrasi karena merupakan suatu operasi yang melibatkan transfer panas dan massa, yang dalam hal ini panas dihantarkan pada air yang terdapat pada inokulum BAL yang hendak dikeringkan dan air yang menguap diabsorpsi CaO sehingga sampel inokulum BAL kehilangan air.

Laju pengeringan dalam suatu bahan mempunyai arti penting karena laju menggambarkan cepatnya proses pengeringan tersebut berlangsung. Laju pengeringan akan menurun seiring dengan penurunan kadar air selama pengeringan.

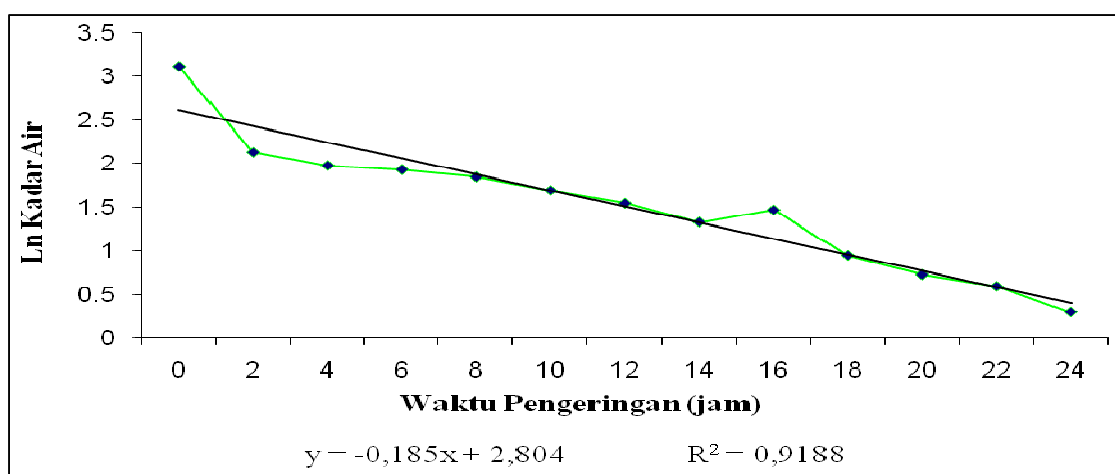
Menurut Taib *et al.* (1987), kadar air suatu bahan menunjukkan banyaknya kandungan air pada suatu bahan dan dalam suatu analisis bahan, biasanya kadar air ditentukan berdasarkan sistem basis kering karena perhitungan berdasarkan basis basah memiliki kelemahan yaitu basis basah bahan selalu berubah-ubah setiap saat sedangkan basis kering selalu tetap.

Laju pengeringan terjadi secara difusi dari bagian dalam ke permukaan bahan dan kemudian terjadi penguapan uap air dari permukaan bahan. Apabila air permukaan telah habis maka migrasi air dan uap terjadi kembali dari bagian dalam bahan ke permukaan secara difusi. Migrasi air dan uap dalam bahan ini terjadi karena perbedaan konsentrasi air di dalam dengan bagian luar bahan. Semakin kecil kandungan air di bagian dalam bahan maka tekanan uap semakin kecil sehingga laju pengeringan semakin menurun terhadap waktu. Periode ini disebut periode laju pengeringan menurun (Henderson dan Perry, 1976). Kecepatan proses difusi dipengaruhi oleh besarnya rasio CaO yang digunakan. Grafik laju pengeringan perlakuan 1:5, 1:10, 1:15 dan 1:20 (b/b) berturut-turut dapat dilihat pada Gambar 3, Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6.

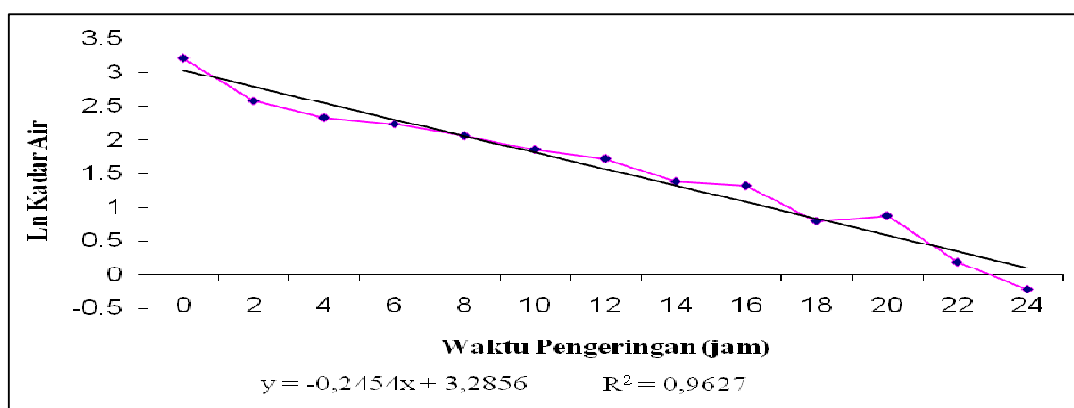
Gambar 3, Gambar 4, Gambar 5 dan Gambar 6 menunjukkan bahwa pada awal proses, pengeringan berlangsung cepat karena massa air yang diuapkan termasuk tipe I atau air bebas. Selanjutnya air yang dikeluarkan berasal dari dalam bahan yang termasuk tipe II sehingga dibutuhkan energi lebih besar dibandingkan dengan menguapkan massa air yang ada di permukaan bahan (tipe I).

Tipe I atau air bebas (*free water*) adalah air yang terdapat pada permukaan

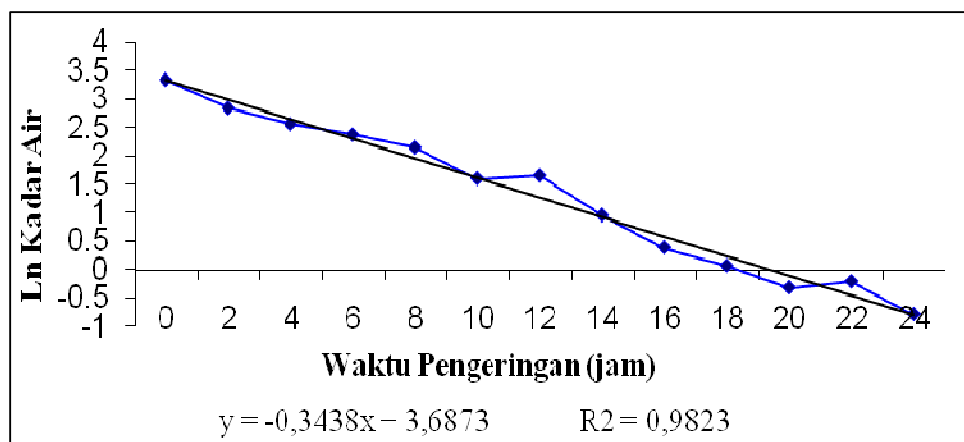
bahan yang dapat dengan mudah diuapkan pada proses pengeringan. Tipe II atau air yang terikat secara fisik, merupakan air yang terdapat dalam jaringan matriks bahan (tenunan bahan) karena adanya ikatan fisik dengan bahan. Tipe III atau air yang terikat secara kimia merupakan air yang terikat secara kimiawi dengan bahan dan sukar untuk dihilangkan (Taib *et al.*, 1987; Winarno, 1997).



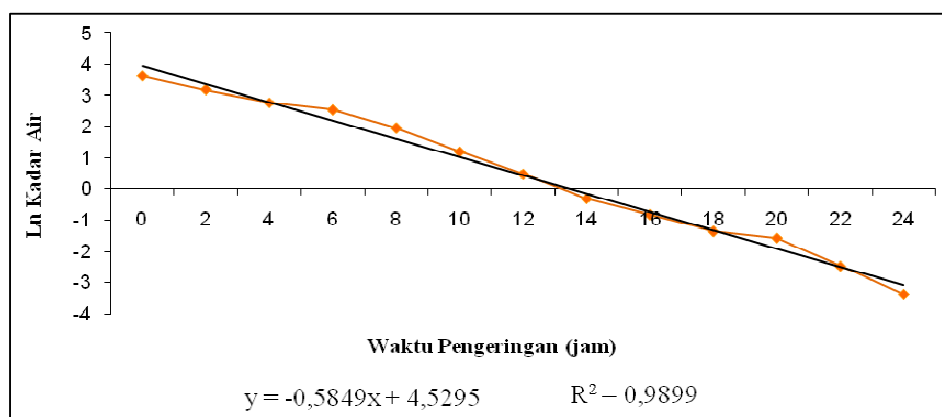
Gambar 3. Grafik laju pengeringan rasio perlakuan 1 : 5



Gambar 4. Grafik laju pengeringan rasio perlakuan 1 : 10



Gambar 5. Grafik laju pengeringan rasio perlakuan 1 : 15



Gambar 6. Grafik laju pengeringan rasio perlakuan 1 : 20

Uji Viabilitas Inokulum BAL

Hasil uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT) terhadap uji viabilitas inokulum BAL menunjukkan rasio perlakuan pengeringan 1:5 merupakan yang terbaik dibandingkan 1:10, 1:15 dan 1:20. Rasio 1:15 tidak berbeda nyata terhadap rasio 1:20. Uji BNT terhadap inokulum BAL dapat dilihat pada Tabel 2.

Viabilitas sel yang dihasilkan perlakuan 1:5; 1:10; 1:15 dan 1:20 (Tabel 2) masing-masing pada penelitian ini adalah 9,68%; 7,28%; 6,49% dan 5,07%. Hasil

pengamatan total viabilitas ini relatif rendah bila dibandingkan dengan penelitian Novelina (2005) yang menggunakan metode pengeringan yang sama tetapi menggunakan inokulum yang berbeda yaitu khamir *Saccharomyces cereviceae* dengan viabilitas sebesar 72% pada rasio perlakuan yang sama dengan uji viabilitas pada penelitian ini yaitu 1:20 dan dikeringkan hingga selama 24 jam dengan kadar air sebesar 4,49% (bk). Namun demikian, penelitian ini jauh lebih baik bila dibandingkan dengan penelitian Malau (2006) yang menggunakan metode

pengeringan berbeda namun dengan jenis bakteri yang masih tergolong BAL, yaitu kultur kering *Pediococcus acidilactici* dengan viabilitas sebesar 0,001095% dan

oleh Siahaan (2004) dengan kultur kering *Acetobacter xylinum* dengan viabilitas sebesar 0,12%.

Tabel 2. Uji Beda Nyata Terkecil (BNT) viabilitas inokulum BAL

Perlakuan	Viabilitas (%)	Tanda
1:5	9,68	c
1:10	7,28	b
1:15	6,49	a
1:20	5,07	a
BNT (0,05) = 1,4990		

Keterangan: tanda dengan huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata (5%).

Rendahnya viabilitas pada penelitian ini diduga kuat disebabkan oleh kemampuan absorpsi isotermin CaO yang tinggi karena berdasarkan penelitian Julianti (2008), potensi absorpsi CaO terhadap air murni dan benih cabai, diketahui bahwa kapur api dapat menyerap seluruh (100%) air murni yang diberikan dan pada benih cabai banyaknya air yang dapat diserap oleh CaO sebesar 97%. Kandungan uap air di dalam ruang tertutup terus mengalami penurunan selama proses absorpsi dan setelah 6 jam kandungan uap air di dalam ruangan sudah mencapai nilai 0. Absorpsi CaO tinggi dan kuat akan memicu proses dehidrasi yang cepat dan drastis pula. Hal inilah yang menyebabkan viabilitas penelitian ini rendah karena BAL mengalami kerusakan membran sitoplasma akibat dehidrasi (Lievensse dan van't Riet, 1994a).

Terdapat dua mekanisme inaktivasi metabolisme yang diketahui menyebabkan kematian pada BAL yaitu akibat panas (*thermal*) dan inaktivasi dehidrasi (Lievensse *et al.*, 1994b). Inaktivasi panas (*thermal*)

menyebabkan denaturasi komponen-komponen sel yang kritis, terutama DNA dan RNA, sedangkan mekanisme inaktivasi secara dehidrasi umumnya merupakan penyebab utama kerusakan membran sitoplasma (Lievensse dan van't Riet, 1994a).

Viabilitas inokulum penelitian ini lebih rendah daripada Novelina (2005) dengan metode pengeringan dan rasio perlakuan sama (1:20) namun menggunakan khamir *Saccharomyces cereviceae* dengan viabilitas sebesar 72%. Hal ini karena perbedaan fisik dan daya hidup antara kedua inokulum. Khamir masih dapat tumbuh pada a_w minimum 0,80 sedangkan BAL pada a_w minimum 0,90 (Winarno, 1997). Selain itu, khamir memiliki zat kitin dan selulosa sebagai komponen struktural dinding sel yang lebih tahan kerusakan karena panas, asam ataupun perlakuan fisik daripada dinding sel BAL yang terdiri dari 90% peptidoglikan [tersusun atas bagian peptida dan glikan (gula)] dan mudah rusak akibat panas, asam dan perlakuan fisik sehingga kehilangan sejumlah air yang terkandung

dalam sel (Atlas, 1995; Pelczar dan Chan, 1986).

Hal lain yang juga menyebabkan rendahnya viabilitas inokulum BAL penelitian ini bila dibandingkan penelitian Novelina (2005) ialah perbedaan jarak ketinggian antara CaO dan inokulum dan volume ruang pengering yang digunakan. Jarak ketinggian antara CaO dan inokulum pada penelitian ini rendah yaitu sebesar $\pm 0,5$ cm dan volume ruang pengering (Tupperware®) juga relatif kecil, yaitu sebesar 1943,86 cm³ yang menyebabkan proses absorpsi lebih kuat dan pengeringan lebih cepat daripada penelitian Novelina (2005). Jarak ketinggian antara CaO dan inokulum dan volume ruang pengering pada penelitian Novelina (2005) tidak diketahui namun dapat diduga lebih tinggi karena berdasarkan jumlah viabilitas inokulum khamir pada penelitiannya yang jauh lebih tinggi.

Viabilitas pada penelitian ini cukup baik bila dibandingkan penelitian-penelitian sebelumnya yaitu oleh Malau (2006) yang menggunakan metode pengeringan berbeda namun dengan jenis bakteri yang masih tergolong sama dengan penelitian ini, yaitu *Pediococcus acidilactici* sebesar 0,001095% dan oleh Siahaan (2004) dengan kultur kering *Acetobacter xylinum* sebesar 0,12%. Hal ini karena suhu yang diterima inokulum pada penelitian Malau (2006) dan Siahaan (2004), yang menggunakan pengering matahari, oven vakum dan oven biasa jauh, lebih tinggi yaitu berkisar 30° - 45°C dan alat yang digunakan juga sudah kurang optimal dan efisien (Malau, 2006), sedangkan penelitian Siahaan (2004)

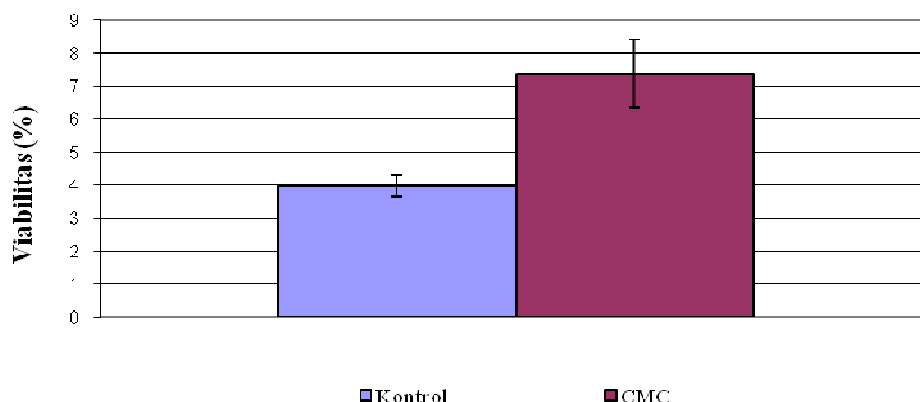
berkisar 38 – 50°C dan waktu pengeringan yang sangat lama yaitu 30 – 75 jam.

Pengujian Bahan Pelindung CMC pada Rasio Perlakuan 1:20

Hasil pengujian viabilitas inokulum BAL dengan menggunakan bahan pelindung CMC dan tanpa bahan pelindung (kontrol) pada rasio perlakuan 1:20 secara berurutan adalah 7,38% dan 3,98% (Tabel 20) dengan jumlah rata-rata BAL sebesar $1,03 \times 10^6$ CFU/ml (CMC) dan $5,53 \times 10^5$ CFU/ml (kontrol). Grafik pengujian bahan pelindung CMC pada rasio perlakuan 1:20 dapat dilihat pada Gambar 7.

Gambar 7 menunjukkan terdapat perbedaan nyata viabilitas antara kontrol dan CMC. Hal ini menunjukkan bahwa CMC dapat melindungi inokulum BAL dari dehidrasi sehingga memberikan hasil viabilitas lebih baik daripada kontrol dan dapat melindungi viabilitas inokulum BAL sebesar 1 siklus log.

Penambahan CMC dapat melindungi kultur karena menutupi permukaan sel (Langejan, 1980). Sifat ini menjadi lebih baik saat membentuk gel karena kadar airnya meningkat dan menutupi seluruh permukaan sel sehingga melindungi BAL dari pemanasan secara langsung dan kelembaban sel tetap terjaga. Selain itu CMC terbuat dari unsur karbohidrat yang relatif tidak mudah mengalami kerusakan akibat panas atau asam bila dibandingkan dengan protein. Karena CMC meningkatkan viabilitas maka CMC kemudian diaplikasikan untuk pengeringan inokulum BAL pada tahap selanjutnya.



Gambar 7. Grafik standard deviasi dan viabilitas inokulum BAL dengan bahan CMC dan tanpa bahan pelindung (kontrol) pada rasio 1 : 20.

Aplikasi Inokulum Kering Hasil Perlindungan dengan CMC pada rasio Perlakuan 1 : 20 untuk Pembuatan Tempoyak

Pengaruh Penambahan Inokulum BAL Kering terhadap Sensori Aroma dan Asam Tempoyak selama Fermentasi

Analisis ragam menunjukkan terdapat perbedaan aroma dan asam tempoyak di antara keenam sampel tempoyak. Data-data kemudian diuji lanjut menggunakan Duncan *Multiple Range Test* (DMRT) pada Tabel 3.

Tabel 3. Pengaruh penambahan inokulum BAL kering terhadap aroma dan asam tempoyak selama fermentasi

Perlakuan	Nilai Aroma	Nilai Asam
H0A	1,07 a	1,03 a
H0B	1,03 a	1,03 a
H2A	3,70 c	4,10 c
H2B	2,23 b	3,03 b
H4A	5,87 d	5,77 e
H4B	3,87 c	4,77 d

Keterangan: nilai yang diikuti huruf yang sama menunjukkan perbedaan tidak nyata pada taraf 0,05

A : Penambahan BAL

Hn : Hari ke- (0, 2 atau 4)

4 = sedang;

B : Tanpa Penambahan BAL

1 = Belum ada (aroma atau asam);

7 = sangat kuat

Tabel 3 menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nyata baik pada aroma dan asam antara tempoyak dengan penambahan (A) dan tidak diberi penambahan BAL kering (B) pada

hari ke dua dan ke empat fermentasi. Pada A, nilai skor aroma tempoyak lebih tinggi daripada B pada hari ke dua dan ke empat fermentasi. Hal yang sama terjadi juga pada asam. Pada A,

nilai skor asam lebih tinggi daripada B pada hari ke dua dan ke empat fermentasi. Hal ini karena selain jumlah BAL yang lebih tinggi pada A, BAL kering yang dihasilkan pada penelitian ini masih dalam keadaan aktif, mampu beradaptasi dan bekerja dengan baik sehingga cukup baik digunakan sebagai agen fermentasi tempoyak. Perbedaan tidak nyata terjadi di hari ke nol fermentasi baik pada aroma maupun asam tempoyak antara A dan B. Hal ini diduga bahwa inokulum BAL kering yang ditambahkan pada tempoyak masih dalam fase adaptasi dan belum melakukan aktivitas metabolisme sehingga proses fermentasi belum berlangsung terhadap tempoyak sehingga aroma dan asam tempoyak yang dihasilkan masih relatif sama. Proses fermentasi tempoyak selama 0, 2 dan 4 hari dapat dilihat pada.

Aroma daging durian masak ditimbulkan oleh belerang yang terikat pada asam butirat dan asam organik lain yang mudah menguap. Senyawa yang paling tajam aromanya adalah propanathiol dan dietil eter, selain senyawa lain yang ikut menentukan aroma khas durian. Ditinjau dari segi aroma, etil 2-metilbutanoet merupakan unsur utama aroma buah durian, sedangkan campuran belerang dilaporkan bertanggung jawab terhadap aroma seperti bawang (Baldry et al., 1972; dan Weenen et al., 1996). Sedangkan aroma pada tempoyak dihasilkan karena adanya senyawa sulfur volatil. Terdapat 11 komponen sulfur yang terdapat pada aroma tempoyak, yaitu: senyawa sulfur, disulfid dietil, etil n-propil disulfid, 1, 2, 4 -tritiolen, 3, 5 - dimetil merupakan senyawa sulfur alami yang terdapat pada fermentasi tempoyak (Yuliana, 2004).

Tabel 4. Data rata-rata pH dan jumlah inokulum BAL tempoyak selama 0, 2 dan 4 hari fermentasi

Hari	pH Rata-rata		Total BAL Rata-rata (CFU/ml)	
	A	B	A	B
0	$5,65 \pm 7 \times 10^{-3}$	$6,64 \pm 1,4 \times 10^{-2}$	$2,31 \times 10^{10}$	$7,40 \times 10^3$
2	$4,73 \pm 0$	$6,54 \pm 2,8 \times 10^{-2}$	$2,55 \times 10^{10}$	$2,90 \times 10^6$
4	$4,49 \pm 4,9 \times 10^{-2}$	$5,87 \pm 3,7 \times 10^{-1}$	$3,23 \times 10^{11}$	$9,73 \times 10^7$

Keterangan : A = Tempoyak dengan penambahan inokulum BAL kering
B = Tempoyak yang tidak diberi penambahan inokulum BAL

Pengaruh Penambahan Inokulum BAL Kering terhadap pH dan Total BAL Tempoyak selama Fermentasi

Hasil pengujian (Tabel 4) menunjukkan bahwa tempoyak yang diberi penambahan BAL kering (A) memiliki nilai pH yang lebih rendah dan cenderung memiliki total BAL lebih tinggi daripada tempoyak yang tidak diberi penambahan BAL (B) setiap

0, 2 dan 4 hari fermentasi. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan A mengalami proses fermentasi yang lebih cepat daripada B karena jumlah BAL awal yang terkandung dalam perlakuan A lebih banyak jumlahnya daripada perlakuan B.

Penurunan pH menunjukkan inokulum BAL kering memiliki aktivitas setelah diinokulasikan di durian. Bakteri asam laktat

tersebut beradaptasi dan memperbanyak diri kemudian memecah glukosa dan menghasilkan asam. Menurut Judoamidjojo, *et al.* (1990), pengukuran terhadap pH merupakan parameter yang mempengaruhi pertumbuhan dan pembentukan produk. Semakin lama waktu inkubasi, pH cenderung menurun terutama pada saat fase logaritmik. Penurunan ini terjadi karena selama fase logaritmik di bawah kondisi anaerobik, glukosa akan diubah menjadi asam sebelum memasuki jalur proses berikutnya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pengamatan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Semakin tinggi rasio perlakuan CaO yang digunakan maka semakin cepat laju pengeringan berlangsung dan kadar air yang dihasilkan akan semakin rendah.
2. Viabilitas tertinggi dan terbaik terdapat pada rasio pengeringan 1:5 yaitu sebesar 9,68%.
3. Bahan pelindung CMC dapat melindungi BAL dan menghasilkan viabilitas sebesar 7,38% dibandingkan kontrol (tanpa bahan pelindung) sebesar 3,98% dan CMC dapat melindungi viabilitas inokulum BAL sebesar 1 siklus log.
4. Tempoyak yang diberi penambahan inokulum BAL kering memiliki aroma dan asam yang lebih tinggi daripada tempoyak yang tidak diberi penambahan inokulum BAL kering pada hari ke dua dan empat fermentasi.
5. Tempoyak yang diberi penambahan inokulum BAL kering juga memiliki total BAL dan asam yang lebih tinggi dan pH

yang lebih rendah daripada tempoyak yang tidak diberi penambahan inokulum BAL kering pada hari ke dua dan empat fermentasi.

Saran

1. Perlu dicari bahan pelindung selain CMC yang dapat menghasilkan viabilitas lebih tinggi namun tetap mudah dalam proses aplikasinya.
2. Viabilitas inokulum BAL pada penelitian ini relatif masih rendah karena absorpsi oleh CaO sehingga perlu dikaji efisiensi pengeringan dan kapasitas absorpsi air maksimum oleh CaO.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar besarnya kepada TPSDP grant yang telah membiayai penelitian ini, Saudara Ahmad Sapta Zuidar atas sumbang sarannya dan Amri Joyonegoro yang membantu pelaksanaan penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1984. Ensiklopedia Indonesia. Jakarta: Lehtiar Baru-van Hoeve.
- Atlas, R. M. 1995. Microorganisms in Our World. St. Louis, Missouri, USA: Mosby Year Book, Inc.
- Baldry, J., J. Dougan dan G. E. Howard. 1972. Volatile Flavoring Constituents of Durian Phytochemistry. (11): 2081 – 2084
- Caldwell, D. R. 1995. Microbial Physiology and Metabolism. 2460. Kerper Boulevard, Dubuque, IA 52001: Wm. C. Brown Publishers.
- Ekowati, C. N. 1998. Mikroflora pada Fermentasi Daging Buah Durian

- (Tempoyak). Bandarlampung: J. Sains dan Teknologi Edisi Khusus Desember: 140 – 147.
- Hasrul. 2001. Pembentukan Asam Organik oleh Isolat BAL pada Media Ekstrak Daging Buah Durian. Skripsi. Bandarlampung: Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
- Henderson, S. M. dan R. L. Perry. 1976. Agriculture Process Engineering. Westport, Connecticut, USA: The AVI Publishing Company, Inc.
- Judoamidjojo, M., A. A. Darwis dan E. G. Sa'id. 1990. Teknologi Fermentasi. Jakarta: Rajawali Press.
- Julianti, E. 2003. Kajian Perilaku Proses Pengeringan Kemoreaksi dengan Kapur Api (CaO) untuk Pengeringan Materi Hidup (Kasus: Benih Cabai Merah). Disertasi IPN. Bogor: Program Pascasarjana IPB.
- Langejan, A. 1980. Active Dry Baker's Yeast. US-Patent 4 217 420.
- Lievense, L. C., van't Riet K. 1994a. Convective Drying of Bacteria II. Factors Influencing Survival. Adv. Biochem. Eg./Biotechnol. 51: 71 – 89.
- Lievense, L. C., Verbeek M. A. M., Tackeme T., Meerdink G., van't Riet K. 1994b. Mechanism of Dehydration Inactivation of *Lactobacillus plantarum*. Appl. Microbiol. Biotechnol. 41: 90 – 94.
- Malau, L. 2006. Kajian Pembuatan Kultur Kering *Pediococcus acidilactici* untuk Produksi Tempoyak. Skripsi. Bandarlampung: Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
- Novelina. 2005. Pengeringan Kemoreaksi Kultur *Saccharomyces cereviceae* dengan CaO serta Pengaruh Sorpsi Kadar Air terhadap Stress dan Kematian Kultur Kering. Bogor: J. Teknologi dan Industri Pangan XVI (1): 71 – 81.
- Nurainy, F. 1991. Aspek Kimia dan Mikrobiologi Fermentasi Tempoyak. Skripsi. Yogyakarta: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gajah Mada.
- Pelczar, M. J. dan E. C. S. Chan. 1986. Dasar-dasar Mikrobiologi 1. diterjemahkan oleh R. S. Hadioetomo, T. Imas, S. S. Tjitrosomo dan S. L. Angka. Jakarta: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press).
- Rahayu, K. 1988. Fermentasi Pangan. Yogyakarta: Pusat antar Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gajah Mada.
- Siahaan, A. 2004. Pengaruh Cara Pengeringan terhadap Karakteristik Starter Kering *Acetobacter xylinum*. Skripsi. Bandarlampung: Fakultas Pertanian Universitas Lampung.
- Shin, H. -S., J. -H. Lee, J. J. Pestka and Z. Ustunol. 2000. Growth and Viability of Commercial *Bifidobacterium* spp. in Skim Milk Containing Oligosaccharides and Inulin. J. Food Sci. 65 (5): 884 – 887.
- Taib, G., G. Said dan S. Wiraatmaja. 1987. Operasi Pengeringan pada Pengolahan Pangan. Jakarta: Mediatama Sarana Perkasa.
- Weenen, H., W. E. Koolhas, dan A. Apriyanto. 1996. Sulfur Containing Volatile of Durian Fruit (*Durio zibethinus* Murr.). J Agri. Food Che. 44: 3291 – 3293.
- Winarno, F. G. 1997. Kimia Pangan dan Gizi. Jakarta: P. T. Gramedia Pustaka Utama.
- Yatim, W. 1999. Kamus Biologi. Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.
- Yuliana, N. 2004. Biochemical Changes in Fermented Durian (*Durio zibethinus* Murr.). Dissertation. Pilippnes: UPLB Laguna.