

BERITA KHUSUS ANDA :

BERITA KHUSUS ANDA :
PEMBUATAN DRY YEAST (LAB-SCALE) BAG. I

Oleh :
Ir. Koentoro Soebijarso

(Tesis) Laporan penelitian dan pengembangan
(Tesis) sifat-sifat ABSTRACT

Yeast can be used for many purposes, in the fermentation industries, bakeries, alcoholic beverages, etc. Yeast can be also used for Saccharification and fermentation in home industries, and also it can be used as cattle food. The protein content is about 45-52 % dry matter (White), 1-2,6 % fats and a good sources of Calcium, Iron, and Phosphor. In this experiment active dry yeast was made from molasses.

Temperature, pH, medium and exponential feeding and several drying experiments was conducted within lab-scale unit.

In making mass production, drying was made by drum/spray-drying.

I. PENDAHULUAN

Yeast kering (dry yeast) dan yeast kering aktif (active dry yeast), dapat dibuat dari bahan mentah tetes (melase, waste pabrik gula tebu). Yeast kering aktif tidak membutuhkan penyimpanan dalam refrigerator, lebih uniform serta dapat disimpan selama 3-6 bulan pada temperatur dan tekanan normal (tropis), cepat terhidrasi dan lebih ekonomis (Revett, 1957).

Strain dari *Saccharomyces cerevisiae* digunakan untuk pembuatan Yeast kering aktif (Revett, 1957). Agar supaya sifat-sifat fisiologi dan daya enzymnya tidak dipengaruhi, maka pengeringan harus dilakukan dalam keadaan tertentu (Frey, 1957).

Mengingat sifat-sifat tersebut, serta keadaan hawa di Indonesia (tropis), maka akan lebih menguntungkan jika diprodusir Yeast kering daripada Yeast basah (yang harus disimpan pada $t=21-24^{\circ}\text{C}$, dengan daya tahan penyimpanan maximum 2-3 minggu).

Pengeringan dari Yeast basah, hasil dari propagator dilakukan pada suhu tertentu yang tidak merusakkan sel-sel Yeast, sampai pada moisture content yang tertentu, yang mana adalah keadaan optimum untuk disimpan pada suhu kamar dan tekanan normal (tropis).

Pengeringan adalah proses lanjutan dari filtering Yeast yang dilakukan dalam eksperimen secara batch dalam compartment tray dryer pada drum dryer suhu disekitar $35-40^{\circ}\text{C}$, spray dryer dan lain-lain. Mengingat tujuannya yaitu membuat dry yeast dari tetes maka dalam eksperiment ini diselidiki :

- a. Susunan dan sifat-sifat dari tetes sebagai bahan mentah.
- b. Media tetes untuk menumbuhkan Yeast dan cara-cara menumbuhkan.

II. WORT ASSIMILATION

Guna merumuskan hukum pertumbuhan yeast selama proses katabolisme dan anabolisme berlangsung, maka dipergunakan hukum true compound interest (White, 1954) dengan persamaan :

$$A = P_0 e^{rt/100} \dots\dots\dots (1)$$

Dengan menganggap bahwa selama proses metabolisme berlangsung pertumbuhan yeast ada dalam phasa logaritmis, maka hukum pertumbuhan organik mengikuti hukum diatas, sehingga diperoleh rumus :

$$A = A_0 e^{rQ} \dots\dots\dots (2)$$

dimana : A_0 = berat seed yeast
 A = berat yeast (gross) yang dihasilkan dalam waktu θ
 r = koefisien pertumbuhan

Jumlah gula (invert) yang diassimilir tiap saat akan mengikuti rumus :

$$Y = 0.476 A_0 (e^{r\theta} - 1) \dots\dots\dots (3)$$

Untuk memberikan exponential wort feeding, agar kadar gula dalam cairan tetap rendah, guna mencapai hasil sel-sel yeast sebanyak mungkin maka pemberian media tetes tiap jam diatur, yang jumlahnya ditentukan oleh persamaan (3) diatas.

Selama proses pembentukan sel-sel berlangsung diperlukan Oxigen. Oxigen ini dapat diperoleh dengan cara mengalirkan gelembung-gelembung udara kedalam yeast propagator. Beberapa eksperimen secara batch dicoba dengan atau tanpa aerasi. Pula eksperiment pemberian feed secara batch dan exponential. Kebutuhan akan Nitrogen dan Pospor anorganik diambilkan dari garam diammonium sulfat dan garam dinatrium hidrogenpospat. pH dari media diatur dengan penambahan larutan H_2SO_4 encer.

Diselidiki pengaruh Oxigen, temperatur, pH, batch feeding & exponential feeding terhadap pertumbuhan yeast. Yeast yang dipakai adalah strain dari *Saccharomyces cerevisiae*.

1. WORT ASSIMILATION (Experiment A)

a. Tujuan : Assimilation daripada media oleh strain *Saccharomyces cerevisiae* dengan menggunakan bahan mentah yang murah, mudah didapat, gampang ditransport, pula tidak menyulitkan dalam proses dan merupakan waste dari tetes (melase) untuk memperoleh hasil yeast yang cukup memenuhi syarat-syarat sebagai baking yeast.

b. Pendahuluan :

Guna mendapatkan hasil sesuai dengan tujuan mengingat akan peralatan tersedia yang sederhana, maka experiment dilakukan dengan memakai ketentuan-ketentuan sebagai berikut :

- 1). Assimilasi dikerjakan diantara suhu $30-33^{\circ}\text{C}$.
- 2). Udara dari kompressor disterilkan sedapat mungkin untuk menekan air-born-contamination.
- 3). Media dipasteurkan untuk sebesar mungkin membebaskan kontaminant-kontaminant (berasal dari melase, air dan lain-lain).
- 4). Nutrient yang terdiri dari garam-garam anorganik yang ditambahkan pada media terdiri dari sumber-sumber Nitrogen dan Pospor.
- 5). Aging dilakukan pada suhu rendah $\pm 2^{\circ}\text{C}$ (lemari es), pula untuk maksud presipitasi.

- 6). Hasil-hasil dari assimilasi setelah dilakukan filtrasi pencucian dan penyimpanan, dilakukan test untuk mengetahui gas-producing power dengan menggunakan flour sebagai substrate, sedangkan sebagai pembanding diambil baking yeast yang di Import.
- 7). Untuk mengatur pH dipergunakan asam sulfat ($\text{pH} = 4,5$).

2. EXPERIMENT WORT ASSIMILATION

a. Susunan media :

Melase 200 gram/liter	:	3 liter
$(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$:	4 gram/ltr
Na_2HPO_4	:	2 gram/ltr
H_2SO_4 (pengatur pH)	:	pH = 4,5
Oxygen supply	:	berlebihan
Seed Yeast	:	1 liter starter
Media dipasteurkan pada titik didihnya selama 1 jam.		
Tetes setelah diencerkan, disaring.		

b. Susunan kimia tetes :

Gula invert	:	58.790 %
Abu (carbonat)	:	9.650 %
Al_2O_3	:	0.267 %
CaO	:	1.070 %
MgO	:	0.500 %
P_2O_5	:	0.117 %
K_2O	:	0.273 %
N_2	:	0.510 %
NiO_2	:	0.370 %
B.D.	:	1.453

c. Data-data Fermentasi/Assimilasi :

θ (jam)	Hasil Centri- fuge (V) (ml/10 ml)	Mean (V) (ml/10 ml)	(°C)	Kadar gula invert (Gi) (gram/ltr)
0	0.20 0.25	0.225	31.0	102.10
1	0.21 0.19	0.200	32.0	89.65
2	0.23 0.20	0.215	31.7	83.50
3	0.29 0.22	0.255	31.9	70.15
4	0.35 0.35	0.350	32.0	54.58
5	0.45 0.40	0.425	32.5	41.75

Pada akhir percobaan :

Kadar Alkohol	:	4.85 %
Kadar gula invert	:	2.40 %
pH	:	4.95
Suhu	:	28°C
Hasil Centrifuge	:	0.45 ml
Volume terakhir	:	3250 ml

d. Diskusi :

Data-data assimilasi yang diperoleh dari percobaan wort assimilation (experiment A) setelah diolah dan diadakan perhitungan-perhitungan seperlunya, sangat berguna karena dapat diketahui secara kuantitatif akan hasil-hasil experiment, misalnya :

- 1). Berapa pemakaian gula invertnya tiap jam
- 2). Berapa hasil Yeast (netto)
- 3). Berapa % hasil Yeast terhadap gula invert yang dipergunakan
- 4). Berapa gula invertnya diperlukan oleh tiap bagian Yeast

- 5). Berapa besarnya koefisien pertumbuhannya
- 6). Berapa besarnya faktor pertumbuhan-pertumbuhan tiap jam
- 7). Bagaimana hasil test diperoleh.

e. Penyusunan kembali data-data dan perhitungan :

θ (jam)	Rata-rata V (ml/10 ml)	t (°C)	Kadar gula invert (Gi) (gram/liter)
0	0.225	31.0	102.10
1	0.200	32.0	89.65
2	0.215	31.7	83.50
3	0.255	31.9	70.15
4	0.350	32.0	54.58
5	0.425	32.5	41.75

Keterangan :

$$V \text{ pada } \theta_0 = V_0$$

$$V \text{ pada } \theta_1 = V_1$$

$$V \text{ pada } \theta_n = V_n$$

$$t \text{ pada } \theta_0 = t_0$$

$$t \text{ pada } \theta_1 = t_1$$

$$t \text{ pada } \theta_n = t_n$$

$$Gi \text{ pada } \theta_0 = Gi_0$$

$$Gi \text{ pada } \theta_1 = Gi_1$$

$$Gi \text{ pada } \theta_n = Gi_n$$

$$Gi = \text{ Kadar gula invert (gram/ltr)}$$

$$V = \text{ Volume}$$

$$t = \text{ Suhu (°C)}$$

$$\theta = \text{ Waktu}$$

θ (jam)	V_o (ml/1)	V (ml/1)	$V-V_o$ (ml/1)	G_i_o	G_i	$G_i_o-G_i$	$\frac{(V-V_o)}{G_i_o-G_i} \times 100\%$	t (°C)
0	22.5	22.5	0	102.10	102.10	0	0	31.0
1	22.5	20.0	-2.5	102.10	89.65	12.45	-20.1	32.0
2	22.5	21.5	-1.0	102.10	83.50	18.60	-5.4	31.7
3	22.5	25.5	3.0	102.10	70.15	31.95	9.4	31.9
4	22.5	35.0	12.5	102.10	54.58	47.52	26.3	32.0
5	22.5	42.5	20.0	102.10	41.75	60.35	33.1	32.5

Kemudian ditinjau hukum pertumbuhan Yeast selama proses metabolisme berlangsung yang mengikuti hukum true compound interest (White, 1954) sebagai persamaan berikut :

$$A = P_o e^{rt/100}$$

(law of true compound interest)

..... (1)

Indentik dengan hukum yang tertulis pada persamaan (1) dan dianggap bahwa selama metabolisme berlangsung pertumbuhan sel adalah dalam phasa logaritmis, maka didapatkan hukum pertumbuhan organis ialah :

$$A = A_o e^{r\theta}$$

..... (2)

dimana : A_o = berat dari seed Yeast

A = berat Yeast (gross) yang dihasilkan dalam waktu θ

r = koefisien pertumbuhan

dimensi : A dan A_o dalam gram

θ dalam jam

r dalam gram yeast yang tumbuh/jam/gram yeast yang ada.

Centrifuge data's diatas pun akan berlaku pula mengingat bahwa berat = volume/berat jenis, atau volume = berat/berat jenis. Pada percobaan diatas diambil interval waktu pengamatan $\theta = 1$ jam, sehingga rumus (2) diatas menjadi :

$$A = A_0 e^r$$

Pelbagai harga r pada tiap jamnya diperoleh :

e^{r_1}	=	0.8889	→	r_1	=	- 0.12
e^{r_2}	=	0.9555	→	r_2	=	- 0.04
e^{r_3}	=	1.1333	→	r_3	=	0.13
e^{r_4}	=	1.5556	→	r_4	=	0.44
e^{r_5}	=	1.8889	→	r_5	=	0.64

e^r disebut pula faktor pertumbuhan tiap jam. (faktor H). Karena H itu bergantung pula pada r, maka untuk tiap berjalananya waktu terdapat pelbagai H. Jadi untuk $r_1 \rightarrow H_1$; $r_2 \rightarrow H_2$; $r_n \rightarrow H_n$; sehingga harga-harga H adalah :

H_1	=	0.8889
H_2	=	0.9555
H_3	=	1.1333
H_4	=	1.5556
H_5	=	1.8889

f. Gula yang difermenitir menjadi Alkohol dan CO_2 :

Banyaknya gula yang difermenitir menjadi alkohol dan CO_2 ialah : $\frac{dx}{d\theta} = SA = SA_0 e^{r\theta}$

dimana x adalah gram gula invert yang difermenitir dalam waktu θ .

Dalam interval waktu $0 \rightarrow \theta$, maka jumlah gula yang difermenitir diperoleh dengan pengintegralan dengan batas waktu $0 & \theta$, sehingga :

$$x = S A_0 \int_0^\theta e^{rd\theta}$$

$$x = \frac{S}{r} A_0 (e^{r\theta} - 1) \dots\dots (3)$$

sedangkan jumlah gula yang diassimilasi tiap saat ialah :

$$\frac{dy}{d\theta} = 0.476 r A_0 e^{r\theta}$$

$$y = 0.476 A_0 (e^{r\theta} - 1) \dots\dots (4)$$

Jadi jumlah seluruh pemakaian gula dalam waktu θ ialah :

$$(x + y) = \frac{S}{r} A_0 (e^{r\theta} - 1) + 0.476 A_0 (e^{r\theta} - 1)$$

$$(x + y) = \left(\frac{S}{r} + 0.476 \right) A_0 (e^{r\theta} - 1) \dots\dots (5)$$

Dalam assimilasi untuk mengetahui hasil (Yield) perlu pula secara exact harga-harga S ataupun nilai-nilai perbandingan $\frac{S}{r}$. Dari persamaan (3) diatas diperoleh :

$$\frac{S}{r} = \frac{x + y}{A_o (e^{r\theta} - 1)} = 0.476 \quad \text{atau}$$

$$S = \frac{(x + y) r}{A_o (e^{r\theta} - 1)} = 0.476 r \quad \dots \dots (6)$$

Dengan menggunakan rumus (6), maka diperoleh pelbagai harga S dan perbandingan $\frac{S}{r}$ seperti dibawah ini :

1). $r_1 = -0.12$

$$S_1 = \frac{(12.45)(-0.12)}{(22.5)(0.8889-1)} = 0.476 (-0.12)$$

$$S_1 = 0.655$$

$$\frac{S_1}{r_1} = -5.458$$

2). $r_2 = -0.04$

$$S_2 = \frac{(6.15)(-0.04)}{(22.5)(0.9555-1)} = 0.476 (-0.04)$$

$$S_2 = 0.265$$

$$\frac{S_2}{r_2} = -6.625$$

3). $r_3 = 0.13$

$$S_3 = \frac{(13.35)(0.13)}{(22.5)(1.1333-1)} - 0.476(0.13)$$

$$S_3 = 0.517$$

$$\frac{S_3}{r_3} = 3.977$$

4). $r_4 = 0.44$

$$S_4 = \frac{(15.57)(0.44)}{(22.5)(1.5556-1)} - 0.476(0.44)$$

$$S_4 = 0.339$$

$$\frac{S_4}{r_4} = 0.770$$

5). $r_5 = 0.64$

$$S_5 = \frac{(12.83)(0.64)}{(22.5)(1.8889-1)} - 0.476(0.64)$$

$$S_5 = 0.106$$

$$\frac{S_5}{r_5} = 0.166$$

g. Efficiency (E) :

Efficiency pada yeast assimilation 100 % didapatkan jika dari tiap gram gula invert dihasilkan 2.01 gram yeast. Dalam kenyataan ada terjadi peruraian gula menjadi alkohol + CO_2 sehingga faktor S akan mempengaruhi Efficiency. Efficiency dapat diketahui tepat dengan menggunakan rumus :

$$E = \frac{47.6}{\left(\frac{S}{r} + 0.476\right)} \dots\dots\dots (7)$$

Dari persamaan (7), efficiency pada tiap periode 1 jam dapat dihitung yang hasil-hasilnya disusun dalam daftar sebagai berikut :

θ (jam ke)	$\frac{S}{r}$	$\frac{S}{r} + 0.476$	E (%)
0 - 1	- 5.458	- 4.982	- 9.55
1 - 2	- 6.625	- 6.149	- 7.74
2 - 3	3.977	4.453	10.69
3 - 4	0.770	1.246	38.20
4 - 5	0.166	0.642	74.14

Harga-harga $\frac{S}{r}$ sangat mempengaruhi E, sedangkan r-nya sendiri dipengaruhi pula kondisi metabolisme misalnya aerasi, susunan media, suhu percobaan, sifat-sifat yeast yang dipergunakan untuk starter.

h. Yield (Y) :

Didefinisikan sebagai hasil bagi $\frac{\text{"rate of yeast growth"}}{\text{"rate of total sugar usage"}}$ atau ditulis dengan rumus dalam % :

$$Y = \frac{100 r}{(S + 0.476 r)} \dots\dots\dots (8)$$

Dengan menggunakan rumus (8), diperoleh hasil-hasil Y untuk pelbagai interval waktu 1 jam seperti tabel berikut ini :

r	0.476 r	S	$S+0.476r$	$Y\% = \frac{100 r}{S+0.476 r}$
- 0.12	- 0.057	0.655	0.598	- 20.07
- 0.04	- 0.019	0.265	0.246	- 16.26
0.13	0.062	0.517	0.579	22.45
0.44	0.209	0.339	0.548	80.29
0.64	0.305	0.106	0.411	155.72

i. Gas-Producing power test :

Untuk mengetahui hasil-hasil assimilasi diadakan gas-producing test. Dalam test ini sebagai substrate digunakan flour dengan mengikuti methode "Test measuring volume increases of thin flour doughs" (White). Sedangkan untuk rehidrasi yeast kering dilakukan perendaman yeast pada suhu 43.3°C selama 5 menit dengan perbandingan 1 bagian berat yeast dan 4 bagian berat air dengan pengadukan agar homogen.

Hasil test adalah sebagai berikut :

<u>Bentuk yeast</u>	<u>Moisture content</u>	<u>Volume adonan (awal)</u>	<u>Volume adonan (akhir)</u>	<u>Waktu test</u>
1. Granular (luar negeri)	7.26 %	50 ml	80 ml	2 jam
2. Experiment :				
a. Lempeng (ha- sil drying)	4.90 %	50 ml	61 ml	2 jam
b. Lempeng (ha- sil filtrasi)	43.01 %	50 ml	78 ml	2 jam

III. SINGKATAN DAN KESIMPULAN

1. Hasil Y sebesar 155.5 % dicapai pada $r = 0.64$ dan suhu experimen diantara $32-32.5^{\circ}\text{C}$.
2. Efficiency assimilasi sebesar 74.2 % pada kecepatan fermentasi sebesar $S = 0.106$ dan suhu seperti 1.
3. Hasil drying pada "constant temperature" belum memenuhi syarat.
4. pH = 4.5 dan pemberian udara secara berlebihan, mempunyai arti praktis.

Note :

Untuk Bagian II dari tulisan ini dapat dilihat pada nomor penerbitan selanjutnya.

— 000 —

DAFTAR PUSTAKA

1. WHITE, J., 1954. Yeast Technology. John Wiley and Sons.
2. PRESCOTT and DUNN., 1959. Industrial Microbiology. Third Edition. McGraw-Hill Book Coy, Inc.
3. MICHAEL, J.P.Jr., 1958. Microbiology. McGraw-Hill.
4. BROWN, G.G. Unit Operations, Modern Asia Edition. McGraw-Hill, Kogakusha.
5. PERRY, J.H. Chemical Engineers Handbook. Third Edition. Texbook Edition, McGraw-Hill.
6. BADGER and MC.CABE., 1936. Elements of Chemical Engineering. Second Edition, Ann.Arbor.Mich.
7. SMITH and CONANT. Microbiology. Twelfth Edition. Appleton-Century-Crofts, Inc., New York.
8. BUCHANAN, R.E. Bacteriology. Fifth Edition. The McMillan Comp., New York.
9. JACOBS, M.B., 1951. Food and Food Product. Volume II, Second Edition. Interscience Publishers, Inc., New York.
10. SALLE, H.J., 1957. Fundamental Principles of Bacteriology. McGraw-Hill., New York.

11. KOENTORO SOEBIJARSO., 1962. Beberapa Sifat-sifat Dari Strain Yeast Dan Pemakaian Dalam Industri. Scientific Report pada PN.PR. Nupiksa Yasa.
12. KOENTORO SOEBIJARSO dan S. HARTINA U.S. Pengeringan Dry Yeast. Progress Report Penelitian Dry Yeast.
13. KOENTORO SOEBIJARSO. Fabrik Alkohol Dan Spiritus. Paper D II, Fakultas Technik Universitas Gajah Mada.
14. TREADWELL, F.P and W.T. HALL., 1948. Analytical Chemistry. Volume II, Ninth English Edition. John Wiley and Sons, Inc., New York.
15. HONIG, P. Handboek Ten Diesnte Van De Suikerrit Kultuur Ende Rietsuiker Fabricage Op Java. Eerste Deel.
16. VAN DER LAAN, F.H., 1935. Warerwet. No. 793.
17. HERMAN BUSSER. Buku Penuntun Analisis Jumlah. Balai Penyelidikan Kimia, Bogor.
18. SOEWARNA. Kumpulan Resep-resep.