

KINETIKA PERTUMBUHAN MIKROBA

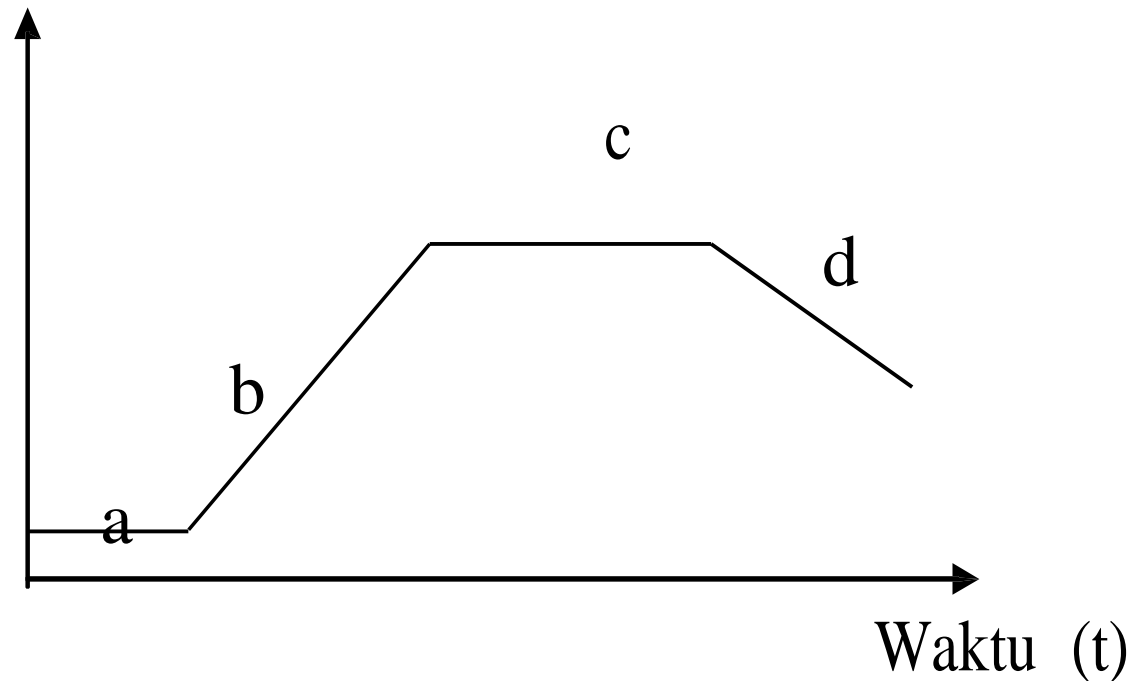
Karakteristik pertumbuhan mikroba

- Pertumbuhan mikroba merupakan pertambahan jumlah sel mikroba
- Pertumbuhan mikroba berlangsung selama nutrisi masih cukup tersedia
- Pertumbuhan mikroba dapat diukur, dengan melihat kenaikan biomassa atau jumlah sel
- Selama pertumbuhan, mikroba menghasilkan metabolit primer/sekunder berupa produk

Kurva Pertumbuhan mikroba

Pertumbuhan sel mikroba biasanya mengikuti suatu pola pertumbuhan tertentu berupa kurva pertumbuhan sigmoid (model Monod)

Jumlah sel



a. FASE LAG (Fase Adaptasi)

- Fase lag merupakan suatu periode penyesuaian terhadap medium----- tidak terjadi perbanyakan jumlah sel

b. FASE LOG (Fase Eksponensial)

- Pada fase eksponensial atau logaritmik, sel membelah dengan kecepatan konstan dan terjadi pertambahan jumlah sel menjadi 2 kali lipat (generation time)

c. FASE STASIONER.

- Selama fase ini, jumlah sel yang hidup tetap konstan tetapi akhirnya menuju periode penurunan populasi.
- Dihasilkan metabolit sekunder untuk pertahanan diri bakteri

d. FASE PENURUNAN POPULASI ATAU FASE KEMATIAN

- Pada saat medium kehabisan nutrisi maka populasi bakteri akan menurun jumlahnya,
- Pada saat ini jumlah sel yang mati lebih banyak daripada sel yang hidup.

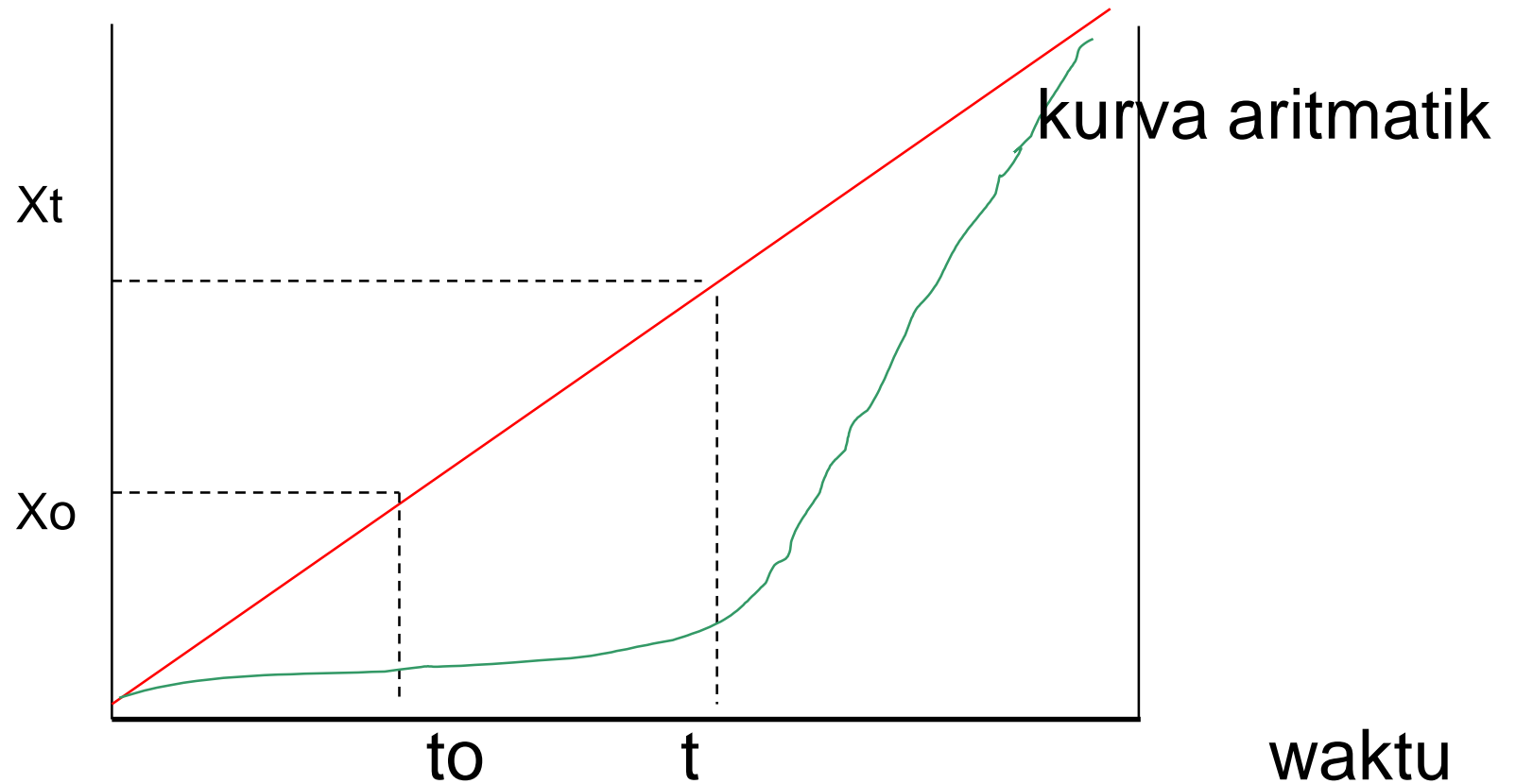
Laju pertumbuhan mikroba dan waktu generasi

- Jika sejumlah sel mikroba (X_0) dibiakkan dalam waktu (t) pada suatu medium, maka sel akan membelah dan jumlahnya akan bertambah menjadi X_t
- Pertambahan jumlah sel berhubungan dengan laju pertumbuhan serta waktu generasi sel tersebut membelah
- Kurva pertumbuhan tersebut dapat dilukiskan dengan persamaan matematika sebagai berikut:

Grafik pertumbuhan mikroba

jumlah sel

kurva logaritmik



Laju pertumbuhan spesifik

$$X_t = 2^{kt} \times X_o \text{ atau } X_t/X_o = 2^{kt}$$

$$\text{Log}_2 X_t/X_o = \log_2 2^{kt}$$

$$\text{Log}_2 X_t/X_o = kt$$

$$1/0,301 \log_{10} X_t/X_o = kt$$

$$1/0,301 (\log X_t - \log X_o) = kt$$

$$k = \frac{\log X_t - \log X_o}{0,301 t} \text{ atau } k = \frac{\ln X_t - \ln X_o}{t - t_o}$$

$$\text{Waktu generasi } t_g = 1/k \text{ atau } t_g = 0,69/k$$

Koefisien konversi atau rendemen produktivitas

$$Y_{x/s} = \frac{X_t - X_0}{S_0 - S}$$

$$Y_{p/s} = \frac{P - P_0}{S_0 - S}$$

Waktu generasi dan laju pertumbuhan spesifik berbagai organisme

Organisme	Tg (jam)	k (jam⁻¹)
Bakteri	0,3	2,3
Khamir	1,5	0,46
Kapang	3,0	0,23
Sel tanaman	24	0,0287

Metode mengukur pertumbuhan mikroba

- Metode langsung:
 - Penetapan konsentrasi sel: penghitungan jumlah sel dibawah mikroskop
 - Penetapan bahan kering sel----ditimbang
 - Hitung cawan
- Metode tak langsung
 - Metode turbidity (kekeruhan)---optical density
 - Penetapan penyusun sel
 - Analisis persenyawaan (reaksi) biakan

Kinetika Pertumbuhan mikroba

- Merupakan suatu rangkaian reaksi kimia yang mengendalikan sintesis penyusunan biomassa yang diperoleh pada akhir biakan secara menyeluruh yang mengikuti prinsip kekekalan massa

Reaksi kimia pertumbuhan mikroba dalam suatu medium biakan

Substrat \longrightarrow mikroba + produk

Sumber: karbon

nitrogen

oksigen

fosfor

belerang

mineral

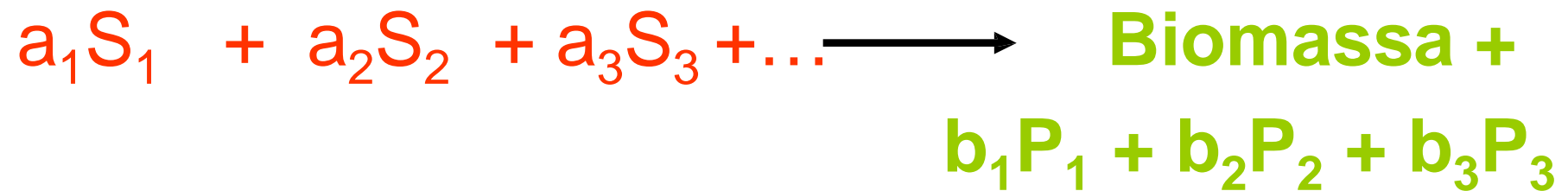
metabolit

CO₂

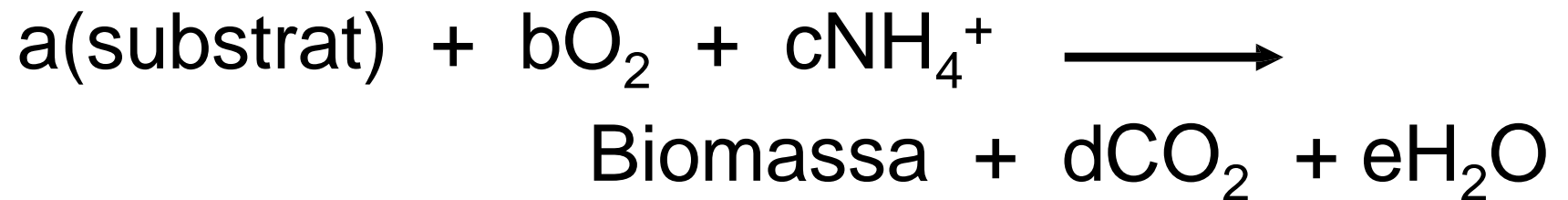
H₂O

enzim

Kesetimbangan reaksi (Stokiometri) pertumbuhan mikroba

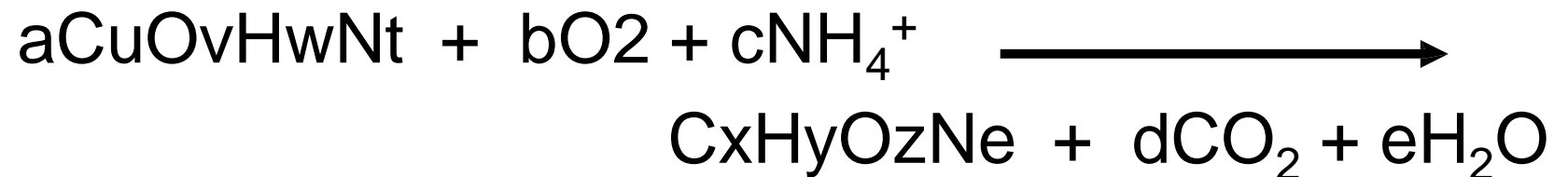


Kesetimbangan kimia pada pertumbuhan aerobik



Komposisi Substrat berkarbon: CuOvHwNt
Biomassa CxHyOzNe

Maka:



Menghitung rendemen (yields)

$$Y_{x/s} = \frac{\text{g biomassa terbentuk}}{\text{g substrat karbon yang digunakan}}$$

Bila M = massa molar biomassa $C_xH_yO_zN_e$

M' = massa molar substrat $C_uO_vH_wN_t$

Rendemen dapat dinyatakan sebagai:

$$Y_{x/s} = M/aM'$$

Tabel rendemen biomassa dan keb.oksigen

Substrat	Mikroba	Yx/s	Kebutuhan O2 (gO2/g biomassa kering)
Glukosa	<i>E.coli</i>	0,53	0,4
	<i>C.utilis</i>	0,54	0,6
Methanol	<i>Pseudomonas</i>	0,54	1,2
Ethanol	<i>S.cerevisiae</i>	0,63	2,0
Metana	biakan bakteri campuran	0,62-0,99	2,6-4,8

Tabel rendemen biomassa dan keb.oksigen

Substrat	Mikroba	Yx/s	Kebutuhan O ₂ (gO ₂ /g biomassa kering)
Glukosa	<i>E.coli</i>	0,53	0,4
	<i>C.utilis</i>	0,54	0,6
Methanol	<i>Pseudomonas</i>	0,54	1,2
Ethanol	<i>S.cerevisiae</i>	0,63	2,0
Metana	biakan bakteri campuran	0,62-0,99	2,6-4,8

Latihan soal

- Suatu penelitian mengenai produksi etanol oleh bakteri *Zymomonas mobilis* pada biakan curah diperoleh hasil sebagai berikut:

Waktu (jam)	Biomassa (g/l)	Glukosa (g/l)	Etanol (g/l)
5	0,05	247	1.5
9	0,15	240	5
14	0,45	225	12
18	1,20	195	22
22	2,80	130	47
24	3,40	100	63
26	3,80	75	74
30	4,15	40	90
35	4,20	25	100

Tentukanlah !

- a. Laju pertumbuhan spesifik
- b. Rendemen biomassa
- c. Rendemen hasil (etanol yang dihasilkan)