

MEMPELAJARI PENGARUH KONSENTRASI GULA (Sukrosa)
TERHADAP PRODUKSI ALGINAT YANG DIHASILKAN OLEH BAKTERI
Pseudomonas aeruginosa

Oleh:

Desniar¹

Ringkasan

Alginat dapat dihasilkan dari bakteri *Pseudomonas aeruginosa* setelah ditumbuhkan pada medium sintetik dengan tiga konsentrasi gula (sukrosa) (1%, 2,5% dan 3,5%). Sebagai sumber karbonnya, semakin tinggi konsentrasi gula, semakin tinggi pula konsentrasi alginat yang dihasilkan. Hasil alginat yang tertinggi pada konsentrasi sukrosa 2,5% dengan lama inkubasi 18-22 jam yaitu 2,05 g/l, pada kondisi pertumbuhan 37°C dan agitasi 150 rpm. Kultur dengan konsentrasi yang tinggi belum tentu mempunyai efisiensi konversi nutrisi menjadi alginat (yp/s) yang tinggi pula. Dari hasil analisa yp/s dan yx/s ternyata konsentrasi sukrosa 1% lebih efisien dari pada konsentrasi sukrosa 2,5 dan 3,5%.

Pendahuluan

Alginat merupakan salah satu produk yang dihasilkan dari ekstraksi rumput laut kelas *Phaeophyciae*. Alginat ini merupakan salah satu komoditi hasil perikanan yang mempunyai nilai ekonomis penting.

Alginat merupakan polisakarida yang banyak digunakan di Indonesia, tapi sampai saat ini Indonesia belum mampu memenuhi kebutuhan tersebut, sehingga sampai sekarang sebagian besar alginat masih harus diimpor. Sebagai gambaran Indonesia telah mengimpor alginat sebanyak 1.577.096 kg bernilai 7.451.139 US\$ pada tahun 1990, dan pada tahun 1991 mengimpor sebanyak 1.587.805 kg (BRS, 1992). Produksi alginat secara komersial saat ini dilakukan oleh beberapa negara maju dari rumput laut (alga atau ganggang coklat) kelas *Phaeophyceae*. Permintaan alginat dimasa mendatang diperkirakan semakin meningkat, terutama dengan akan semakin berkembangnya

industri tekstil di negara-negara berkembang. Pemanfaatan alginat sebagian besar adalah untuk industri tekstil (50%) dan sekitar 30% untuk industri pangan.

Tingkat produksi alginat yang berasal dari rumput laut sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan seperti tipe dasar, kuat arus, kecerahan, salinitas, pH, ketersediaan makanan serta umur panen. Faktor-faktor ini sulit dikendalikan, belum lagi kalau terjadi pencemaran atau badai serta resiko lain yang sulit diperkirakan.

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka perlu diusahakan suatu alternatif untuk memproduksi alginat secara komersial yang dapat menjamin kontinuitas produksi. Alternatif tersebut dapat dilakukan dengan pemanfaatan mikroba. Linker dan Joners (1964) yang diikuti oleh Fyfe dan Govan (1983) pertama kali melaporkan bahwa bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan beberapa galur *Azotobacter vinelandii* (Jarman, *et al.*, 1978; Horan *et al.*, 1981; Chen *et al.*, 1985) dapat menghasilkan alginat yang sama baiknya dengan alginat yang berasal dari rumput laut. Produksi alginat secara mikrobiologis memberikan beberapa keuntungan antara lain adanya kesinambungan produksi. Hal ini disebabkan karena proses produksinya tidak dipengaruhi oleh faktor alam yang sulit dikendalikan, seperti yang terdapat pada rumput laut.

Polisakarida (alginat) yang berasal dari bakteri mempunyai sifat-sifat fisika mirip dengan polisakarida yang berasal dari rumput laut, hanya berbeda dalam struktur kimia. Polisakarida (alginat) yang berasal dari bakteri terdiri dari kopolimer asam D-

¹ Staf Pengajar Jurusan Pengolahan Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan IPB.

mannuronat dan asam L-guluronat yang mempunyai grup O-asetil yang dihubungkan oleh asam D-mannuronat (Davidson yang dikutip oleh Jarman, 1979).

Piggott (1978) yang dikutip oleh Fyfe dan Govan (1983) mempelajari biosintesa alginat pada sejumlah mutan mucoid yang berasal dari PA0381 (galur *mucoid P. aeruginosa*), meliputi PA0568 dan PA0579. Dalam kultur "batch", yang mengandung "yeast ekstrak" dan glukonat, produksi polimer bersifat "non growth associated" yaitu dimana produk dihasilkan pada saat pertumbuhan lambat atau pada fase stasioner. Kondisi optimum untuk produksi alginat bervariasi tergantung pada galurnya. Beberapa galur menghasilkan alginat sama baiknya pada suhu 30°C dan 37°C, sedangkan galur yang lain menghasilkan paling baik pada 37°C. Polimer yang dihasilkan mengandung asam mannuronat yang tinggi yaitu antara 75%-95%.

Jarman (1979) menyatakan bahwa eksopolisakarida dapat dihasilkan dari spesies *Pseudomonas* bila ditumbuhkan pada kultur sinambung dengan amonia dan fosfat terbatas. Sebaliknya, *Pseudomonas* tidak menghasilkan alginat bila ditumbuhkan pada kondisi glukosa terbatas. Produksi eksopolisakarida maksimum dicapai pada kondisi nitrogen terbatas. Pada kondisi fosfat terbatas, jumlah polimer yang dihasilkan lebih sedikit, dibandingkan pada kondisi amonia terbatas, pada kondisi amonia terbatas, 43% glukosa yang dikonsumsi di rubah menjadi eksopolisakaridu.

Willian dan Lawson (1979) yang dikutip oleh Sutherland (1983) melaporkan bahwa *Pseudomonas* pada kultur curah 10 liter dengan medium yang mengandung 2% glukosa, 0,286% NH_4Cl dan 0,544% KH_2PO_4 menghasilkan polisakarida dengan konversi sekitar 30%.

Bakteri *Pseudomonas aeruginosa* yang menghasilkan alginat adalah yang ber-bentuk mucoid sedangkan bentuk nonmucoid tidak dapat menghasilkan alginat, karena pada galur nonmucoid tidak ditemukan enzim GDP mannose dehidrogenase (Pugashetti *et*

al., 1983) dan GDP-mannose pirophosphorilase (Piggott *et al.*, 1981 dalam Fyfe dan Govan, 1983), dimana kedua enzim ini terlibat dalam sintesa alginat oleh *Pseudomonas aeruginosa*

Tujuan dilakukannya penelitian ini adalah untuk mempelajari pengaruh konsentrasi gula (sukrosa) dan lama inkubasi terhadap produksi alginat yang dihasilkan oleh *Pseudomonas aeruginosa*.

Metodologi Penelitian

Penelitian dilakukan di laboratorium fermentasi, Pusat Antar Universitas Bioteknologi, Insitut Teknologi Bandung. Pelaksanaan penelitian dimulai pada bulan April 1994 sampai Januari 1995.

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari bakteri *Pseudomonas aeruginosa* yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi, Jurusan Teknologi Kimia, Institut Teknologi Bandung.

Medium yang digunakan sebagai sumber karbon adalah sukrosa dan sumber mineral digunakan medium modifikasi Preiss dan Ashwell (1962) yaitu K_2HPO_4 (0,025%), MgSO_4 , NH_2O (0,04%), NaCl (0,1%), $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ (0,1%) sedangkan sumber nitrogen adalah "yeast ekstrak".

Bahan kimia yang digunakan untuk mengekstrak alginat adalah etanol absolut, sedangkan bahan untuk uji residu gula adalah antrone (9-10-dihydro-4-Oxanthracene) dan H_2SO_4 serta larutan sukrosa standar.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian adalah ase, tabung reaksi, cairan petri, erlenmeyer, gelas ukur, gelas piala, labu ukur batang pengatur, pengocok magnetik, "vortex mixer", pipet, kapas, tissue, aluminium foil, timbangan, sentrifuge, spektrofotometer, oven, inkubator, "shaker", "freezer", autoklaf, serta alat bantu lain.

Prosedur Kerja

Penelitian ini dibagi atas 2 (dua) tahap yaitu:

1. Metoda Penyimpanan Bakteri.

Sebelum bakteri digunakan untuk proses fermentasi, bakteri disimpan dalam 10% (v/v) gliserol dan 0,3% "Nutrient Broth" (NL). Kemudian disimpan dalam "freezer". Jika bakteri akan digunakan untuk proses fermentasi dilakukan tahap berikut:

- Bakteri yang disimpan dalam freezer dikeluarkan dan dibiarkan mencair pada suhu kamar.
- Kemudian bakteri digores pada media agar padat sebanyak 2-3 lup.
- Kemudian bakteri diinkubasikan pada suhu 30°C selama 2 hari. Semua pekerjaan ini dilakukan secara aseptik.

2. Proses Produksi Alginat.

Persiapan bahan

Medium pertumbuhan awal adalah medium padat di cawan petri dengan komposisi sebagai berikut: Sukrosa (1%), yeast ekstrak (0,5%), Pepton (0,5%) dan agar bacto (2%).

Medium untuk proses produksi modifikasi Preiss dan Ashwell (1962). Sebagai sumber karbon adalah sukrosa yang dicoba dalam 3 konsentrasi yaitu 1% (Medium A), 2,5% (medium B) dan 3,5% (medium C).

Proses Fermentasi

Proses fermentasi alginat dilakukan dalam labu erlenmeyer IL dengan volume kerja 250 ml. Bakteri diinkubasikan langsung dari medium padat sebanyak 3 loop dalam medium fermentasi, inkubasi dilakukan pada inkubator goyang "(Shaker)" dengan agitasi 150 rpm, pada suhu 37°C.

Pemanenan

Proses pemanenan sel dilakukan setelah kultur fermentasi mencapai lama fermentasi

yang ditentukan. Kultur mula-mula diukur volumenya, misalnya x ml, kemudian diukur pH-nya dan dinyatakan sebagai pH akhir. Massa sel dipisahkan melalui sentrifugasi pada kecepatan 5000 rpm selama 15 menit. Hasil pemisahan yang berupa fase padat adalah massa sel, yang selanjutnya dikeringkan pada oven dengan suhu 105°C sampai beratnya konstan dan dinyatakan sebagai berat massa sel kering.

Fase cair yang berupa "supernatant" bebas sel, diukur volumenya (misalnya y ml), kemudian ditambah etanol absolut 2 kali volume "supernatant". Pengendapan disempurnakan dengan pengocokan.

Pemisahan polisakarida dilakukan dengan sentrifugasi pada kecepatan 6000 rpm selama 10 menit. Endapan polisakarida kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu pengeringan 105°C hingga beratnya konstan dan dinyatakan sebagai berat polisakarida kasar.

Fase cair dari hasil pemisahan polisakarida kemudian diukur kandungan gulanya yang dinyatakan sebagai residu gula.

Pengamatan

Pengamatan dilakukan setelah kultur berumur 3,5,7,9,11,13,15,18,22,26,30,36, 42,48,72 dan 96 jam terhadap konsentrasi alginat, massa sel kering, jumlah bakteri mucoid dan nonmucoid, residu dan pH akhir.

Analisa Data

Pada penelitian ini analisa data yang digunakan adalah analisa secara deskriptif menggunakan tabel dan grafik. Data yang diperoleh dari fermentasi pada "shaker" dibuat dalam bentuk grafik dengan nilai rata-rata perlakuan. Dari data ini dapat dilihat kecenderungan yang terjadi pada ketiga konsentrasi gula yang digunakan.

Selain itu untuk menentukan tingkat efisiensi penggunaan substrat menjadi massa sel dan polisakarida serta produksi alginat per satuan biomassa dapat ditentukan dengan nilai Y_p dan $y_{x/s}$, dimana:

$$Y_{ps} = \frac{\Delta P}{\Delta S} \text{ dimana } \Delta P = P_t - P_0$$

$$Y_{xs} = \frac{\Delta X}{\Delta S} \text{ dimana } \Delta S = S_0 - S_t$$

$$\Delta X = X_t - X_0$$

- X_0 : Massa sel pada saat $t = 0$ (awal pengamatan)
 X_t : Massa sel pada saat t jam
 S_0 : Total gula pada $t = 0$ (awal pengamatan)
 S_t : Total gula pada t jam.

Keterangan:

- Y_{ps} : Koefisien konversi nutrisi dalam substrat menjadi polisakarida.
 Y_{xs} : Koefisien konversi nutrisi dalam substrat menjadi biomassa.
 P_0 : Polisakarida pada saat $t = 0$ (awal pengamatan)
 P_t : Polisakarida pada saat t jam

Hasil dan Pembahasan

Hasil fermentasi pada medium dengan konsentrasi sukrosa 10 g/l (medium A).

Hasil penelitian yang menggunakan medium dengan konsentrasi sukrosa 10 g/l dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisa beberapa parameter selama fermentasi kultur cair bakteri *P. aeruginosa* dengan konsentrasi sukrosa 10 g/l.

Lama inkubasi (Jam)	Konsentrasi alginat (g/l)	Massa kering sel (g/l)	Residu gula (g/l)	Jumlah sel per liter		pH akhir
				mucoid	nonmucoid	
3	0,32	0,60	7,47	1×10^7	9×10^7	7
5	0,35	0,87	7,30	2×10^7	15×10^7	7
7	0,56	0,18	7,19	9×10^7	163×10^7	7
9	0,62	1,18	6,85	15×10^7	125×10^7	7
11	0,68	1,41	6,51	22×10^7	155×10^7	8
13	0,74	1,51	6,74	15×10^7	169×10^7	8
15	0,85	1,65	5,54	20×10^7	38×10^7	8
18	0,71	1,45	6,14	28×10^7	50×10^7	8
22	0,65	1,42	6,34	25×10^7	81×10^7	8
26	0,62	1,42	6,30	30×10^7	70×10^7	8
30	0,60	1,44	6,70	22×10^7	55×10^7	8
36	0,55	1,46	5,00	1×10^7	5×10^7	8
42	0,54	1,44	4,67	4×10^7	3×10^7	7,5
48	0,52	1,52	5,60	8×10^7	50×10^7	7
72	-	1,47	4,21	94×10^7	72×10^7	7
96	-	1,67	2,48	-	-	7

Dari Tabel 1. terlihat bahwa konsentrasi alginat yang dihasilkan berkisar 0,32-0,85 g/l, dan massa kering sel sekitar 0,60-1,68 g/l, dan residu gula yang diperoleh berkisar 2,48-7,47 g/l setelah 3 jam lama inkubasi. Dari

Tabel 1 juga dapat dilihat bahwa pembentukan alginat bersifat "growth associated" yaitu pembentukan produk bersamaan dengan pertumbuhan sel bakteri, sedangkan jumlah sel nonmucoid cenderung

lebih besar dari pada sel mucoid, sementara pH cenderung stabil berkisar 7-8.

Hasil fermentasi pada medium dengan konsentrasi sukrosa 25 g/l (medium B).

Hasil penelitian yang menggunakan medium dengan konsentrasi sukrosa 25 g/l dapat dilihat pada Tabel 2.

Dari Tabel 2 terlihat bahwa konsentrasi

alginat yang dihasilkan berkisar 0,40-1,27 g/l, massa kering sel 0,93-2,37 g/l dan residu gula 13,74-24,62 g/l setelah 3 jam lama inkubasi. Pembentukan alginat pada medium ini bersifat "growth associated" juga. Sedangkan jumlah sel nonmucoid tetap lebih besar dari pada sel mucoidnya. Demikian juga nilai pH relatif stabil yaitu berkisar 7-8.

Tabel 2. Hasil analisa beberapa parameter selama fermentasi kultur cair bakteri *P. aeruginosa* dengan konsentrasi sukrosa 25 g/l.

Lama inkubasi (Jam)	Konsentrasi alginat (g/l)	Massa kering sel (g/l)	Residu gula (g/l)	Jumlah sel per liter		pH akhir
				mucoid	nonmucoid	
3	0,40	0,93	24,62	3×10^7	32×10^7	7
5	0,99	1,78	24,03	2×10^7	114×10^7	7
7	1,02	2,04	23,53	4×10^7	127×10^7	7
9	1,17	2,05	22,61	5×10^7	139×10^7	7
11	1,27	2,11	19,61	9×10^7	150×10^7	7
13	1,10	2,18	18,43	4×10^7	160×10^7	7
15	1,10	2,10	16,56	11×10^7	55×10^7	7,5
18	0,91	2,15	13,74	9×10^7	24×10^7	7,5
22	1,17	2,07	19,35	11×10^7	24×10^7	7,5
26	0,74	2,05	19,45	19×10^7	38×10^7	8
30	0,65	2,08	22,27	21×10^7	61×10^7	8
36	0,73	2,08	16,97	14×10^7	18×10^7	8
42	0,75	2,05	15,46	14×10^7	20×10^7	8
48	0,87	2,09	19,41	11×10^7	21×10^7	8
72	1,11	2,18	14,56	78×10^7	142×10^7	7
96	1,15	2,37	15,64	-	-	7

Hasil fermentasi pada medium dengan konsentrasi sukrosa 35 g/l (medium C).

Hasil penelitian yang menggunakan medium dengan konsentrasi sukrosa 35 g/l dapat dilihat pada Tabel 3.

Dari Tabel 3, terlihat bahwa konsentrasi alginat yang dihasilkan berkisar 1,38-2,05 g/l, massa kering sel 1,19-3,28 dan residu

gula 22,98-33,36 g/l setelah 3 jam lama inkubasi. Seperti halnya dengan medium A dan B, pembentukan alginat pada medium ini bersifat "growth associated" juga. Sedangkan jumlah sel nonmucoid tetap lebih besar dibandingkan dengan jumlah sel mucoid. Demikian juga dengan nilai pH relatif stabil yaitu sekitar 7-7,5.

Tabel 3. Hasil analisa beberapa parameter selama fermentasi kultur cair *P. aeruginosa* dengan konsentrasi sukrosa 35 g/l.

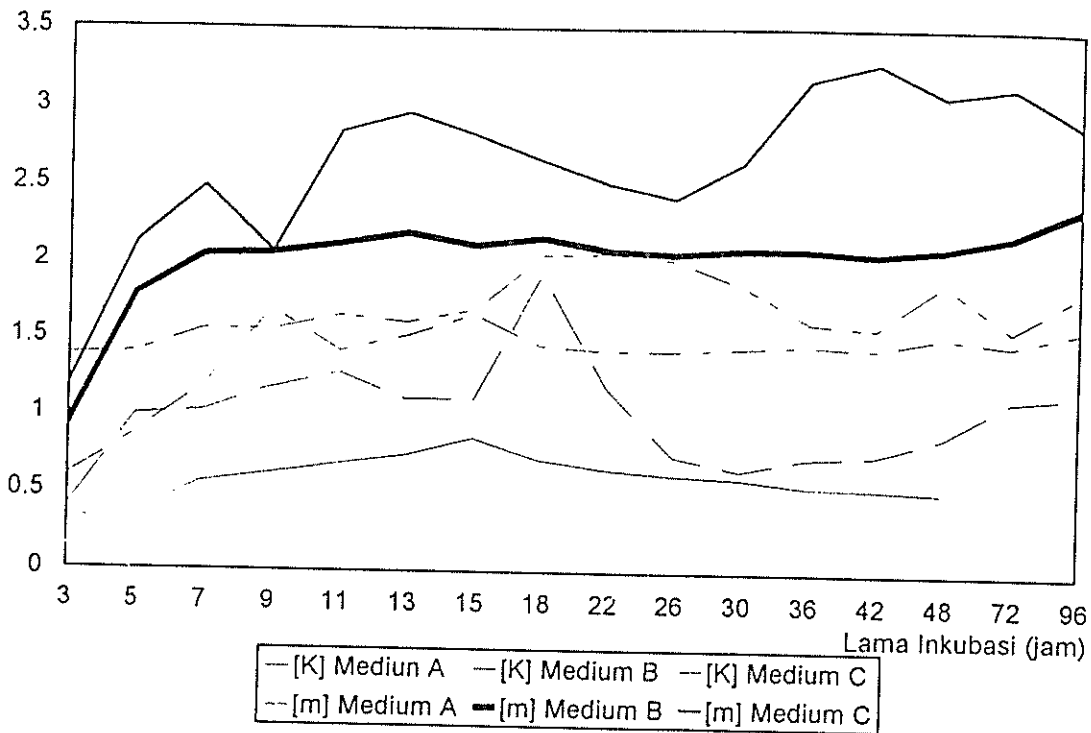
Lama inkubasi (Jam)	Konsentrasi alginat (g/l)	Massa kering sel (g/l)	Residu gula (g/l)	Jumlah sel per liter		pH akhir
				mucooid	nonmucooid	
3	1,38	1,19	33,36	8×10^7	180×10^7	7
5	1,40	2,12	32,82	4×10^7	67×10^7	7
7	1,55	2,48	30,98	3×10^7	47×10^7	7
9	1,55	2,06	26,77	2×10^7	133×10^7	7
11	1,64	2,83	25,51	3×10^7	101×10^7	7
13	1,60	2,95	24,30	7×10^7	118×10^7	7
15	1,68	2,81	24,55	3×10^7	59×10^7	7,5
18	2,04	2,65	23,69	3×10^7	18×10^7	7,5
22	2,05	2,50	24,57	9×10^7	42×10^7	7,5
26	2,01	2,41	22,98	9×10^7	176×10^7	7,5
30	1,85	2,64	03,20	15×10^7	150×10^7	7,5
36	1,61	3,17	30,01	20×10^7	180×10^7	7
42	1,57	3,28	29,03	18×10^7	200×10^7	7
48	1,87	3,07	30,29	12×10^7	272×10^7	7
72	1,56	3,13	30,04	60×10^7	300×10^7	7
96	1,82	2,89	31,42	-	-	7

Jika dibandingkan dari ketiga jenis medium yang digunakan dalam menghasilkan alginat secara kuantitatif dapat diurut bahwa penghasil alginat terbesar massa kering adalah medium C (2,05 g/l); medium B (1,27 g/l), medium A 6,85 g/l). Dari sini terlihat bahwa konsentrasi sukrosa berpengaruh terhadap pembentukan alginat. Dari Gambar 1 dapat dilihat kecenderungan bahwa konsentrasi alginat dan massa kering sel cenderung meningkat dengan meningkatnya konsentrasi sukrosa.

Dari Tabel 1, 2 dan 3 dapat dilihat bahwa residu gula kultur bakteri *P. aeruginosa* dalam medium A, B dan C cenderung turun dengan bertambahnya lama inkubasi. Hal ini menunjukkan bahwa sukrosa yang diberikan dimanfaatkan oleh bakteri *P. aeruginosa* sebagai sumber energi yang dapat diubah menjadi alginat.

Untuk ketiga jenis medium, jumlah sel mucooid cenderung lebih kecil dibandingkan dengan jumlah sel nonmucooid. Hal ini disebabkan karena selain untuk tumbuh sel mucooid membutuhkan energi tambahan untuk membuat gen mucooid, karena gen inilah yang bertugas untuk mensintesa DNA, enzim dan alginat, sehingga pertumbuhannya menjadi lebih lambat dibandingkan dengan sel nonmucooid yang membutuhkan energi hanya untuk tumbuh sehingga pertumbuhannya sangat cepat.

Hasil pengukuran pH akhir untuk ketiga jenis medium cenderung stabil sekitar 7-8. Stabilitasnya nilai pH ini belum diketahui dengan jelas penyebabnya. Hal ini diduga mungkin selama proses fermentasi terjadi suatu reaksi yang bersifat sebagai buffer yang dapat menetralkan atau bahkan menaikkan pH kultur fermentasi.



Tabel

La:
inku
(ja

Rata

Gambar 1 Hubungan lama inkubasi dengan konsentrasi alginat dan massa kering sel dalam kultur cair *P. aeruginosa*.

Pengaruh konsentrasi sukrosa terhadap efisiensi nutrient menjadi alginat (y_{ps}) dan menjadi biomassa ($Y_{x/s}$).

Pengukuran Y_{ps} bertujuan untuk memperlihatkan bahwa dalam pembentukan produk oleh bakteri, merupakan proses biokonversi dengan nutrient di dalam medium yang diumpangkan dikonversi menjadi produk metabolit. Sedangkan $y_{x/s}$ menyatakan efisiensi konversi nutrient menjadi biomassa, mempunyai tujuan yang sama dengan pengukuran Y_{ps} .

Hasil pengukuran y_{ps} dan $y_{x/s}$ dapat dilihat pada Tabel 4.

Dari Tabel 4 dapat terlihat kecenderungan bahwa semakin tinggi konsentrasi sukrosa semakin rendah tingkat efisiensi konversi

nutrien menjadi alginat dan biomassa. Nilai y_{ps} , $y_{x/s}$ cenderung menurun kemudian akhirnya konstan. Konstannya pembentukan produk dan biomassa dapat disebabkan oleh kekurangan nutrient dalam medium.

Dari kedua hal ini yaitu nilai y_{ps} dan $y_{x/s}$, ternyata medium yang sama memiliki nilai y_{ps} dan $y_{x/s}$ yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa konversi substratnya seimbang untuk produk dan biomassa. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa kultur dengan produksi alginat yang tinggi belum tentu mempunyai efisiensi konversi nutrient menjadi polisakarida yang tinggi pula. Dengan kata lain semakin tinggi konsentrasi sukrosa tidak menjadikan produksi alginat semakin efisien dari pada hasil penelitian ini.

!
kesi
aeri
hasil
suki
algi
sem
renc
mer
Dei
lebi
tras
per
terl
suk
jan

dika
dar

Tabel 4. Hasil pengukuran efisiensi konversi nutrisi menjadi alginat (y_{ps}) dan menjadi biomassa (Y_{xs}) dalam kultur *P. aeruginosa*.

Lama inkubasi (jam)	2 produk/ 2 substrat			2 biomassa / 2 substrat		
	y_{ps} A	y_{ps} B	y_{ps} C	Y_{xs} A	Y_{xs} B	Y_{xs} C
5	0,177	1,000	0,019	1,588	1,441	0,894
7	0,857	0,569	0,059	2,071	1,018	0,448
9	0,484	0,383	0,024	1,742	0,557	0,199
11	0,375	0,174	0,031	0,844	0,236	0,196
13	0,275	0,113	0,023	1,247	0,202	0,184
15	0,275	0,087	0,032	0,544	0,145	0,174
18	0,293	0,047	0,065	0,639	0,112	0,144
22	0,092	0,146	0,072	0,726	0,216	0,141
26	0,256	0,066	0,058	0,701	0,217	0,112
30	0,093	0,106	0,044	1,091	0,489	0,136
36	0,364	0,043	0,060	0,348	0,150	0,514
42	0,079	0,038	0,039	0,300	0,122	0,432
48	0,107	0,051	0,137	0,492	0,126	0,527
72	0,347	0,071	0,047	0,298	0,124	0,508
96	0,249	0,084	0,180	0,194	0,160	0,697
Rata-rata	0,322 ± 0,257	0,199 ± 0,257	0,059 ± 0,043	0,855 ± 0,556	0,354 ± 0,374	0,354 ± 0,232

Kesimpulan dan Saran

Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan bahwa: bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dapat digunakan sebagai penghasil alginat, semakin tinggi konsentrasi sukrosa semakin tinggi pula konsentrasi alginat dan massa kering sel. Sebaliknya semakin tinggi konsentrasi sukrosa semakin rendah nilai efisiensi konversi nutrisi menjadi alginat (y_{ps}) dan biomassa (y_{xs}). Dengan kata lain konsentrasi sukrosa 1% lebih efisien dibandingkan dengan konsentrasi sukrosa 2,5% dan 3,5%. Sedangkan perlakuan yang memberikan hasil alginat terbesar adalah medium C (konsentrasi sukrosa 3,5%) dengan lama inkubasi 18-22 jam.

Sebagai saran sebaiknya penelitian ini dilanjutkan untuk mengisolasi bentuk mucoid dari spesies *P. aeruginosa* dan menentukan

kondisi optimum suhu dan agitasi selama fermentasi, agitasi selama sentrifugasi untuk memisahkan sel dan alginat dari kultur serta perbandingan bahan pengestrak alginat (etanol absolut) yang digunakan. Dalam rangka efisiensi biaya, ada baiknya dicoba pemanfaatan limbah yang mengandung sukrosa seperti tetes tebu (molase) dan sejenisnya sebagai sumber karbon dan uji aplikasi pada produk perikanan.

Daftar Pustaka

- Banerjee, P.C., R.I. Vanags, A.M. Chakrabarty and P.K. Maitra. 1983. Alginate acid synthesis in *Pseudomonas aeruginosa* mutants defective in carbohydrate metabolism. J. Bacteriol. 155: 238-245.

- Carlson, D.M and L.W. Mattheus. 1966. Poliuronic acids produce by *Pseudomonas aeruginosa*. J. Biochemistry. 5: 2817-2822.
- Chapman, V.J and D.J. Chapman, 1980. Seaweed and Their Use 3 rd edition. Chapman and Hall. New York.
- Evans, L.R. and A. Linker. 1973. Production and characterization of the slime Polysaccharide of *Pseudomonas aeruginosa*. J. Bakteriol 166: 915-924.
- Fyfe, J.A.M. and J.R.W. Goran 1983. Syntesis, regulation and biological function of bacterial alginate. Dalam Bushell, M.E. (Ed.) Progress in Industrial. Microbiology. Vol. 18. Microbiol Polisuccharides. Elsevier-Amsterdam.
- Jarman, T.R. 1979. Bacterial alginate synthesis Dalam Barkeley, R.C.W., G.W. Godday and D.C. Elwood (Eds.) Microbiol Polysaccharides and Polysaccarides. Academic Press. London.
- Preiss, J. and G. Ashwell. 1962. Alginic acid metabolism bacteria. J of Biological Chmistry. 237:309-321.
- Pugashetti, B.K., L. Vadas, H.S. Prihar, and D.S. Feingda. 1983. GDP-mannose dehydrogenase and biosynthesis of alginate like polysaccharide in a moucoid strain of *Pseudomonas aeruginosa*. J. Acateial. 153: 1107-1110.
- Sutherland. I.W. and D.C. Eliwood. 1979. Microbial exopolysaccharides. Industrial polimers of current and future potensial. Dalam Bull, A.I., D.C. Elwood and C. Ratledge (Eds.). Microbiol Technology: Current stale, Future Prospects. Combridge University Press. Cambridge-London.
- Winarno. F.G. 1990. Teknologi Pengolahan Rumput Laut. Pustaka Sinar Harapan Jakarta.

si
C
n
n
a
n
n
P

k
P
P
C
J
C
I
f
S

C
z
l
:
:
C
C