



UNIVERSITI PUTRA MALAYSIA

**PENYEKATGERAKAN BAKTERIA UNTUK
PENGHASILAN LIPASE**

ZAINOHA BINTI ZAKARIA

FSAS 1993 3

**PENYEKATGERAKAN BAKTERIA UNTUK
PENGHASILAN LIPASE.**

oleh

ZAINOHA BINTI ZAKARIA

**Tesis Dikemukakan kepada Universiti Pertanian
Malaysia Sebagai Memenuhi Syarat untuk
Mendapat Ijazah Master Sains di Fakulti
Sains dan Pengajian Alam Sekitar,
Universiti Pertanian Malaysia.**

Mac 1993



PENGHARGAAN

Segala puji-pujian bagi Allah s.w.t. yang telah memberikan kekuatan untuk menyempurnakan penyelidikan dan tesis ini.

Ribuan terima kasih kepada Prof. Madya Dr. Che Nyonya Abdul Razak dan Prof. Madya Dr. Abu Bakar Salleh di atas segala bimbingan dan tunjuk ajar yang telah diberikan.

Ucapan terima kasih juga kepada Prof. Madya Dr. Kamaruzaman Ampon, Dr. Wan Mohd. Zin Wan Yunus dan Puan Mahiran Basri yang telah banyak memberikan pandangan dan nasihat yang berguna untuk penyelidikan ini.

Tidak dilupakan juga rakan-rakan di makmal Bakteriologi, Jabatan Biokimia dan Mikrobiologi, Norhayati, Rosiah, Puan Raja Nor Zaleha, Puan Roslina, Hadi, Yusof, Roslina, Puan Normayati dan Cik Ruhaidah yang turut membantu.

Akhir sekali, terima kasih di atas segala doa dan sokongan moral yang telah diberikan oleh keluarga yang di kasihi, Azman, Haniff, Abdul Hadi dan Mohammad Amin.



JADUAL KANDUNGAN

	Muka Surat
PENGHARGAAN.....	ii
SENARAI JADUAL.....	viii
SENARAI RAJAH.....	xi
SENARAI GAMBAR.....	xiii
SENARAI SINGKATAN.....	xiv
ABSTRAK.....	xv
ABSTRACT.....	xvii
 BAB	
1 Pengenalan.....	1
2 Sorotan Bahan Bertulis.....	6
Sel Sekatgerak	6
Definisi Sel Sekatgerak	7
Kaedah Sekatgerak Sel	8
Matrik Sekatgerak.....	11
Sekatgerak Sel dengan Gel Alginat.....	14
Ciri Gel Alginat.....	14
Mekanisme Pembentukan Gel Alginat.....	18
Bidang Kajian dan Kegunaannya.....	20
Sekatgerak Sel dengan PHEMA.....	26
Ciri PHEMA.....	26
Mekanisme Pembentukan PHEMA.....	28
Bidang Kajian dan Kegunaannya	31



	Sekatgerak Sel dalam PU.....	36
	Ciri PU.....	36
	Mekanisme Pembentukan PU.....	39
	Bidang Kajian dan Kegunaannya.....	40
	Lipase.....	41
	Sumber Lipase.....	44
	Kegunaan Lipase.....	45
3	BAHAN DAN KAEDAH.....	48
	Bahan.....	48
	Kaedah.....	50
	Pertumbuhan Bakteria <i>Pseudomonas sp.</i>	50
	Media Penghasilan Lipase.....	50
	Penghasilan Lipase oleh Sel Sekatgerak (Alginate, PHEMA, PU3).....	50
	Pengasaan Aktiviti Lipase.....	51
	Sekatgerak Sel dalam Alginate.....	52
	Sekatgerak Sel dalam PHEMA.....	58
	Sekatgerak Sel dalam PU.....	64
	Kajian Perbandingan Penghasilan Lipase Antara semua Jenis Sel Sekatgerak.....	68
4	HASIL KAJIAN.....	70
	Penghasilan Lipase oleh Sel Sekatgerak Alginate.....	70
	Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kestabilan Manik Alginate.....	70
	Faktor-faktor yang Mempengaruhi Penghasilan Lipase oleh Sel Sekatgerak Alginate.....	79



Kajian Perbandingan Penghasilan Lipase oleh Sel Sekatgerak dan Sel Bebas.....	88
Kajian Kitaran Sel Sekatgerak Alginat.....	88
Kajian Kebocoran Sel dari Gel Alginat.....	91
Penghasilan Lipase oleh Sel Sekatgerak PHEMA.....	93
Kajian Kesan Ketoksikan Monomer HEMA dan Kesan Suhu Rendah ke atas Pertumbuhan Sel.....	93
Kajian ke atas Faktor-faktor yang Mempengaruhi Proses Penjerapan Sel ke dalam PHEMA.....	96
Kajian ke atas Faktor-faktor yang Mempengaruhi Penghasilan Lipase oleh Sel Sekatgerak PHEMA.....	99
Kesan Kitaran Sel Sekatgerak PHEMA.....	106
Kajian Kebocoran Sel Dalam PHEMA.....	108
Penghasilan Lipase oleh Sel Sekatgerak Poliuretana	109
Kajian ke atas Faktor-faktor yang Mempengaruhi Penghasilan Lipase oleh Sel Sekatgerak Poliuretana.....	109
Kajian Perbandingan Penghasilan Lipase oleh Sel Sekatgerak dan Sel Bebas.....	115
Kajian Kitaran Sel Sekatgerak PU3.....	115
Kajian Kebocoran Sel dari PU3.....	119
Kajian Perbandingan Kaedah Sekatgerak Pemerangkapan dan Penjerapan Menggunakan PU3.....	120
Perbandingan Penghasilan Lipase oleh Sel Sekatgerak Alginat, PHEMA dan PU3.....	121
Penghasilan Lipase oleh Sel Sekatgerak secara Kaedah Pemerangkapan.....	121



	Penghasilan Lipase oleh Sel Sekatgerak secara Kaedah Penjerapan.....	122
5	PERBINCANGAN	123
	Penghasilan Lipase Oleh Sel Sekatgerak-Alginat.....	123
	Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kestabilan Manik Alginat.....	124
	Faktor-faktor yang Mempengaruhi Penghasilan Lipase oleh Sel Sekatgerak Alginat.....	128
	Kajian Perbandingan Penghasilan Lipase oleh Sel Sekatgerak dan Sel Bebas.....	135
	Kajian Kitaran Sel Sekatgerak Alginat...	137
	Kajian Kebocoran Sel dari Gel Algina....	138
	Penghasilan Lipase oleh Sel Sekatgerak-PHEMA.....	139
	Kajian Kesan Ketoksikan Monomer HEMA dan Kesan Suhu Rendah terhadap Pertumbuhan Sel.....	139
	Kajian ke atas Faktor-faktor yang Mempengaruhi Proses Penjerapan Sel ke dalam PHEMA.....	141
	Kajian ke atas Faktor-faktor yang Mempengaruhi Penghasilan Lipase oleh Sel Sekatgerak-PHEMA.....	143
	Kesan Kitaran Sel Sekatgerak PHEMA.....	148
	Kajian Kebocoran Sel dalam PHEMA.....	149
	Penghasilan Lipase oleh Sel Sekatgerak-Poliuretana.....	150
	Kajian ke atas Faktor-faktor yang Mempengaruhi Penghasilan Lipase oleh Sel Sekatgerak-Poliuretana.....	151

	Kajian Perbandingan Penghasilan Lipase oleh Sel Sekatgerak dan Sel Bebas.....	155
	Kajian Kitaran Sel Sekatgerak PU3.....	156
	Kajian Kebocoran Sel dari PU3.....	156
	Kajian Perbandingan Kaedah Sekatgerak Pemerangkapan dan Penjerapan.....	157
	Perbandingan Umum Antara Matrik Sekatgerak.....	157
	Perbandingan Kaedah sekatgerak.....	158
	Perbandingan Penghasilan Lipase.....	163
6	KESIMPULAN.....	166
	RUJUKAN.....	171
	LAMPIRAN.....	181
	VITA.....	193



SENARAI JADUAL

Jadual	Muka Surat
1. Matrik Sekatgerak Sel.....	11
2. Kegunaan Mikroorganisma Sekatgerak Alginat.....	24
3. Kesan Monomer ke atas Pertumbuhan Sel.....	32
4. Ciri-ciri Prapolimer Uretana.....	37
5. Kegunaan Prapolimer untuk Menyekat gerak Sel.....	41
6. Penggunaan Lipase dari Kulat.....	46
7. Kesan Agen Penggelen terhadap Kestabilan Manik Alginat.....	76
8. Kesan Penggunaan Ion Sr^{2+} dan Media tanpa Fosfat ke atas Penghasilan Lipase oleh Sel Bebas.....	77
9. Kesan Saiz Manik Alginat.....	87
10. Penghasilan Lipase oleh Sel Sekatgerak dan Sel Bebas.....	90
11. Kajian Kebocoran Sel dari Manik Alginat.....	92
12. Kesan Ketoksikan Monomer HEMA dan Kesan Suhu Rendah ($-78^{\circ}C$) terhadap Pertumbuhan Sel.....	94
13. Kesan Keadaan Fizikal PHEMA terhadap Penghasilan Lipase.....	97
14. Kesan Saiz PHEMA.....	104
15. Kajian Kebocoran Sel dari PHEMA.....	108



16.	Kesan Penggunaan PU3 dan PU6.....	111
17.	Kesan Saiz PU3.....	115
18.	Penghasilan Lipase oleh Sel Bebas dan Sel Sekatgerak.....	117
19.	Kajian Kebocoran Sel dari PU3.....	119
20.	Perbandingan Kaedah Sekatgerak PU3.....	120
21.	Penghasilan Lipase oleh Sel Sekatgerak dalam Jumlah Matrik yang sama.....	121
22.	Penghasilan Lipase oleh Sel Sekatgerak Secara Penjerapan.....	122
23.	Kajian Perbandingan Umum.....	163
24.	Pertalian Masa Penggelen dengan Kepekatan SrCl ₂	182
25.	Kesan Kepekatan Larutan Alginat.....	183
26.	Kesan Kuantiti Awal Sel Sekatgerak-Alginat...	184
27.	Kesan Kepekatan Sel Sekatgerak dalam Gel Alginat.....	184
28.	Kesan Kadar Goncangan.....	185
29.	Kesan Kitaran Sel Sekatgerak-Alginat.....	186
30.	Kesan Kepekatan monomer HEMA.....	187
31.	Kesan Kuantiti Awal Sel Sekatgerak-PHEMA.....	188
32.	Kesan Kadar Goncangan dan Pengudaraan.....	188
33.	Kesan Kitaran Sel sekatgerak-PHEMA.....	189
34.	Kesan Kepekatan Sel dalam PU.....	189



35.	Kesan Kuantiti Awal Sel Sekatgerak-PU3.....	190
36.	Kesan Kadar Goncangan terhadap Penghasilan Lipase oleh Sel Sekatgerak PU3...	190
37.	Kesan Kitaran Sel Sekatgerak-PU3.....	191
38.	Jenis Monomer dan Polimer yang boleh digunakan untuk Sekatgerak Sinaran.....	192



SENARAI RAJAH

Rajah	Muka Surat
1. Kaedah Umum bagi Sekatgerak Sel.....	8
2. Struktur Kimia Natrium Alginat.....	14
3. Struktur Sekunder Asid Alginik.....	15
4. Proses Pertukaran Ion dalam Alginat.....	19
5. Pembentukan Gel Alginat.....	20
6. Struktur 2-hidroksietil metakrilat (HEMA).....	29
7. Struktur Umum Prapolimer, PU.....	36
8. Tindakbalas Lengkap Lipase.....	42
9. Tindakbalas Memilih Lipase.....	43
10. Kesan Masa Penggelen terhadap Kestabilan Manik Alginat (3%).....	78
11. Kesan Kepekatan Alginat terhadap Penghasilan Lipase.....	80
12. Kesan Kuantiti Awal Sel Sekatgerak Alginat (3%) terhadap Penghasilan Lipase.....	82
13. Kesan Kepekatan Sel dalam Gel Alginat terhadap Penghasilan Lipase.....	84
14. Kesan Kadar Goncangan terhadap Penghasilan Lipase oleh Sel Sekatgerak Alginat.....	86
15. Kajian Kitaran Sel Sekatgerak Alginat.(3%).....	89
16. Kesan Masa Penjerapan terhadap Penghasilan Lipase.....	98



17.	Kesan Kepekatan Sel untuk Proses Penjerapan..	100
18.	Kesan kepekatan monomer HEMA terhadap Penghasilan Lipase oleh Sel Sekatgerak-PHEMA.....	101.
19.	Kesan Kuantiti Awal Sel Sekatgerak PHEMA terhadap Penghasilan Lipase.....	103
20.	Kesan Kadar Goncangan terhadap Penghasilan Lipase oleh Sel Sekatgerak-PHEMA.....	105
21.	Kesan Kitaran Sel Sekatgerak PHEMA.....	107
22.	Kesan Kuantiti Awal Sel Sekatgerak PU3 terhadap Penghasilan Lipase.....	112
23.	Kesan Kepekatan Sel dalam PU3.....	114
24.	Kesan Kadar Goncangan terhadap Penghasilan Lipase.....	116
25.	Kesan Kitaran Sel Sekatgerak PU3.....	118



SENARAI GAMBAR

Gambar	Muka Surat
1. Kesan Ion Fosfat ke atas Manik Strontium Alginat.....	71
2. Pembentukan Manik Alginat atau Sel Sekatgerak Alginat.....	74
3. Polimer HEMA terbentuk di dalam Tabung Uji (100mL) selepas Proses Sinaran Gama dari ^{60}Co	95
4. Pembentukan Busa PU3 (foam) dalam Bikar Kecil.....	110



SENARAI SINGKATAN

PU	poliuretana
HEMA	2-Hidroksietil metakrilat
PHEMA	Poli (2-Hidroksietil metakrilat)
HPA	Hidroksipropil akrilat
HEA	Hidroksietil akrilat
M-40G	Metoksitetraetilenaglikol metakrilat
M-230G	Metoksipolietilenaglikol No. 1000 metakrilat
M-23G	Metoksipolietilenaglikol metakrilat
PEG 9	Polietilenaglikol No. 400 dimetakrilat
PEG 14	Polietilenaglikol No. 600 dimetakrilat
PEG 23	Polietilenaglikol No. 1000 dimetakrilat
PVA	polivinil alkohol
SEM	mikroskopi elektron pengimbas
AR	gred analisis
Tg	suhu kaca (glass temperature)
ppm	pusingan per minit
b/i	berat per isipadu
i/i	isipadu per isipadu
EDTA	Etilenadiaminatetra asid asetik.
G-1-P	glukosa-1-fosfat
ATP	adenosin trifosfat
^{60}Co	kobalt 60
UV	ultra lembayung



Abstrak tesis yang dikemukakan kepada Senat Universiti Pertanian Malaysia sebagai memenuhi syarat untuk mendapatkan Ijazah Master Sains.

**PENYEKATGERAKAN BAKTERIA UNTUK
PENGHASILAN LIPASE.**

Oleh

ZAINOHA BINTI ZAKARIA

Mac 1993

Penyelia : Prof. Madya Dr. Che Nyonya Bt. Abdul Razak.

Fakulti : Sains dan Alam Sekitar.

Tiga jenis polimer matrik (alginat, PHEMA dan PU) digunakan untuk kajian sekatgerak *Pseudomonas sp.* bagi penghasilan lipase. Kestabilan manik alginat (polimer asli) didapati bergantung kepada beberapa faktor seperti kehadiran ion fosfat, masa penggelan, agen penggelan, kewujudan gelembung udara, suhu pensterilan dan cara penyediaan larutan alginat. Penghasilan lipase adalah maksimum (6.0 U/mL) apabila 1.5g bakteria yang disekatgerak (20% kepekatan sel, b/i) dalam manik alginat (3% (b/i), 4mm garis pusat) dikulturkan dalam 50mL media penghasilan lipase tanpa fosfat pada kadar goncangan 200ppm. Pengudaraan boleh meningkatkan penghasilan lipase tetapi ia jamuga mempercepatkan pemecahan manik tersebut. Masa separuh hayat bakteria sekatgerak alginat ialah 24 hari (8 kitaran dalam sistem kelompok, 72 jam satu kitaran). Kebocoran bakteria adalah tinggi pada 24 jam pertama.



PHEMA (polimer sintetik), dihasilkan melalui proses sinaran gama pada suhu rendah (-78°C). Kajian awal menunjukkan bakteria mengalami kesan ketoksikan monomer HEMA yang tinggi. Oleh itu bakteria disekatgerak secara penjerapan ke atas polimer yang telah terbentuk. Penghasilan lipase adalah maksimum (7.0 U/mL) apabila 1.0g bakteria sekatgerak-HEMA (20% kepekatan monomer (b/i), kiub berukuran 4x4x2mm) dikulturkan di dalam 50 mL media penghasilan lipase pada kadar goncangan 200 ppm. Masa separuh hayat bakteria sekatgerak PHEMA ialah selama 20 hari (10 kitaran dalam sistem kelompok, 48 jam satu kitaran). Kebocoran bakteria berkurangan berbanding dengan alginat.

Busa PU3 (polimer sintetik), terbentuk dengan mudah di dalam keadaan berakuas. Penghasilan lipase adalah maksimum (8.2 U/mL) apabila 1.0g bakteria sekatgerak PU3 (0.6g sel disekatgerak dalam 0.5g PU3) yang berbentuk kiub berukuran 4x4x3mm dikulturkan di dalam 50mL media penghasilan lipase pada kadar goncangan 200ppm. Masa separuh hayat bakteria sekatgerak PU ialah selama 30 hari (10 kitaran dalam sistem kelompok, 72 jam satu kitaran). Kebocoran bakteria berkurangan berbanding dengan alginat tetapi sama dengan PHEMA.

Abstract of thesis submitted to the Senate of Universiti Pertanian Malaysia in fulfillment of the requirements for the degree of Master of Science.

IMMOBILIZATION OF BACTERIA FOR THE
PRODUCTION OF LIPASE

By

ZAINOHA BINTI ZAKARIA

March 1993

Chairperson: Assoc. Prof. Dr. Che Nyonya Binti Abdul Razak

Faculty : Faculty of Science and Environmental Studies

Three types of polymer matrices (alginate, PHEMA and PU3) were used to immobilize lipase production. The stability of alginate gel beads was found to be affected by the presence of phosphate ions, curing time, gelling agent, presence of air bubbles, sterilization temperature and the preparation of alginate solution. Lipase production was maximum (6.0 U/mL) when 1.5g of 3% alginate-immobilized bacteria (2% cell concentration, w/v, bead size 4mm diameter) were cultured in 50mL phosphate free media at 200rpm. Aeration enhanced productivity but hastened rupturing of the beads. Its half life was 24 days (8 cycles of a 72 hours batch system). Leakage of cell was high during the first 24 hours.



PHEMA (synthetic polymer) was polymerized by gamma radiation at low temperature (-78°C). Preliminary studies showed that the monomer was toxic to the bacteria. Hence, the bacteria was immobilized by post polymerisation method. Lipase production was maximum (7.0 U/mL) when 1.0g of 20% PHEMA-immobilized cell (cubes of size, 4x4x2mm) were cultured in 50mL of lipase production media at 200rpm. Its half life was 20 days (10 cycles of a 48 hours batch system). Cell leakage in PHEMA was less compared to alginate.

PU foam was easily formed in an aqueous condition. Production was maximum (8.0 U/mL) when 1.0g of 4x4x3mm cubes of PU3-immobilized bacteria (0.6g cell immobilized in 0.5g PU3) were used and cultured in 50mL of lipase production media at 200rpm. Its half life was 30 days (10 cycles of a 72 hours batch system) and cell leakage in PU3 was lower compared to alginate but similar to PHEMA.



BAB 1

PENGENALAN

Malaysia adalah sebuah negara yang kaya dengan bahan mentah seperti minyak kelapa sawit, kayu balak, getah, logam bijih dan petroleum. Kekayaan sumber alam ini membolehkan Malaysia mempercepatkan lagi wawasannya ke arah membentuk sebuah negara yang membangun mencapai tahun 2020. Antara bidang yang mendapat keutamaan dalam "Industrial Master Plan (IMP)" ialah penukaran bahan mentah kepada hasil eksport yang bermutu tinggi. Ini memerlukan kemahiran teknologi dan kajian ke arah pemprosesan bahan mentah amatlah digalakkan.

Salah satu eksport utama negara ialah minyak kelapa sawit. Minyak sawit mempunyai pelbagai kegunaan. Asid lemak yang dihasilkan dari hidrolisis minyak sawit digunakan untuk memproses getah, membuat sabun dan lilin. Proses ini dijalankan melalui tindakbalas kimia yang dimangkinkan oleh pemangkin inorganik, yang biasanya memerlukan keadaan yang ekstrim. Penggunaan enzim sebagai pemangkin boleh mengatasi banyak kelemahan pemangkin inorganik. Penggunaan enzim di dalam tindakbalas biologi merupakan satu kaedah yang berpotensi dalam pemprosesan minyak sawit serta hasilan tumbuh-tumbuhan lain (Chibata, 1978).



Perkembangan teknik sekatgerak enzim pada akhir tahun 70an merupakan satu perkembangan yang baik dan sesuai untuk kegunaan industri (Chibata *et al.*, 1987; Bucke, 1987). Enzim setelah dituliskan dari sumbernya, disekatgerakkan di dalam polimer poros dan digunakan sebagai pemangkin sekatgerak di dalam tindakbalas tertentu. Mengikut laporan, enzim sekatgerak lebih stabil terhadap pelarut orga dalam proses kitaran yang berpanjangan (Chibata *et al.*, 1987).

Enzim boleh memangkinkan banyak tindakbalas kimia. Berbeza dengan pemangkin inorganik, enzim boleh bertindak dalam keadaan tindakbalas yang sederhana dan mempunyai ciri kespesifikan yang tinggi (Chibata, 1978). Enzim yang didapati dari mikroorganisma amat sesuai digunakan dalam industri kerana, 1) kos pengeluarannya murah, 2) keadaan penghasilan enzim tidak terikat kepada masa dan musim, 3) masa penghasilannya singkat dan 4) senang diolahkan untuk penghasilan secara besar-besaran (Chibata, 1978).

Namun begitu, penggunaan enzim dalam bidang industri masih agak terhad berbanding dengan penggunaan bahan inorganik yang bertindak sebagai pemangkin dalam

tindakbalas tertentu. Ini adalah kerana enzim kurang stabil dalam keadaan yang keterlaluan seperti penggunaan pelarut organik dan suhu yang tinggi serta kos pengeluaran bagi setengah enzim seperti lipase masih lagi tinggi. Sekiranya, enzim hendak digunakan secara meluas di bidang industri, enzim yang lebih stabil serta sistem penghasilan enzimnya yang lebih berkesan perlu dikaji.

Pada awal tahun 80an pula, mikroorganisma berjaya disekatgerakkan. Kini, enzim tidak perlu dituliskan dari selnya malah ia terus berfungsi dalam keadaan tersekatgerak di dalam selnya sendiri. Sejak 1979, pelbagai teknik sekatgerak sel yang menarik dan berkesan telahpun dilaporkan (Kumakura *et al.*, 1979; Fukushima *et al.*, 1978).

Pada hari ini penggunaan sistem sel sekatgerak telah berkembang dengan pesatnya terutama dalam proses pengeluaran pelbagai produk seperti antibiotik, bahan organik, asid amino, steroid, hasil tenusu, glukosa, dan sirup fruktosa. Kajian sekatgerak sel telah menjadi bahan utama bagi banyak kertas "review" terkini seperti Bucke, (1987), Tampion dan Tampion (1987) dan Scott (1987). Sel sekatgerak mempunyai ciri-ciri istimewa. Dalam sistem tindakbalas biologi secara

tradisional, sel mikroorganisma dikulturkan sebagai inokulum untuk digunakan dalam fermentor. Sel mikroorganisma dibiarkan hidup sehingga dapat menghasilkan produk yang maksimum. Selepas penghasilan yang pertama, sel akan mengalami fasa kematian dan tidak boleh digunakan lagi (Tramper, 1989). Sebaliknya, dalam sistem sel sekatgerak, jumlah sel yang sama disekatgerakkan dan ianya boleh digunakan berulang kali sama ada dalam sistem kelompok atau selanjar dan sel sekatgerak ini juga dapat menghasilkan kuantiti produk yang lebih tinggi (Linko et al., 1988).

Setakat ini, belum lagi diketemui laporan mengenai proses penghasilan lipase oleh sel sekatgerak. Proses fermentasi tradisional masih digunakan untuk menghasilkan lipase secara komersial dari *Pseudomonas fragi*, *Alcaligenes sp.*, *Chromobacterium viscosum*, *Rhizopus delemar*, *Aspergillus niger* dan *Candida cylindracea* (Sztajer et al., 1988).

Penggunaan sel lipolisis sekatgerak boleh dimanfaatkan dalam dua keadaan iaitu 1) untuk menghasilkan lipase secara kuantitatif bagi kegunaan

industri atau, 2) untuk diguna terus sebagai pemangkin dalam tindakbalas bahan berminyak dan lemak menggunakan sistem pelarut organik (Brink et al.,1988; Fukui dan Tanaka, 1982). Kajian ini tertumpu kepada keadaan untuk penghasilan lipase secara kuantitatif.

Oleh yang demikian, objektif kajian ini :

- a) Mengenalpasti teknik-teknik sekatgerak bakteria yang sesuai untuk penggunaan dalam penghasilan lipase.
- b) Kajian pengoptimuman dan perbandingan antara teknik-teknik yang dikenalpasti.

BAB 2

SOROTAN BAHAN BERTULIS

Sel Sekatgerak

Perkembangan bidang bioteknologi kebelakangan ini telah mencetus minat yang mendalam dalam bidang teknologi enzim dan sel. Kebanyakan kajian dilakukan untuk mempertingkatkan kestabilan enzim dan sel serta penggunaannya di peringkat industri. Antara teknik baru yang diperkenalkan pada akhir tahun 70an ialah sistem sekatgerak sel (Chibata dan Tosa, 1976; Jack dan Zajic, 1977, Brodelius *et al.* 1979). Pada tahun 1973, Chibata *et al.* (1979) melaporkan penggunaan pertama sistem sekatgerak sel di dunia dalam industri. Sistem sel sekatgerak ini digunakan untuk penghasilan asid aspartik.

Antara kebaikan sel sekatgerak berbanding dengan sistem sel bebas ialah: a) ia boleh digunakan dalam proses yang berterusan tanpa mengalami penyingkiran sel, b) ia boleh dikitarkan secara kelompok kerana pengasingan sel sekatgerak dari media adalah mudah, c) aktiviti enzim dalam sel sekatgerak didapati lebih stabil dan mempunyai hayat aktiviti yang lebih lama kerana enzim dilindungi oleh selnya, d) ia dapat

