

KARYA ILMIAH

**REVIEW PERKEMBANGAN
BIOTEKNOLOGI**

DISUSUN OLEH

**TENGKU FAISAL ZULKIFLI HAMID,ST
NIDN. 01-0806-7501**



**STAF PENGAJAR
UNIVERSITAS MEDAN AREA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
MEDAN
2007**

KARYA ILMIAH

**REVIEW PERKEMBANGAN
BIOTEKNOLOGI**

DISUSUN OLEH

**TENGGU FAISAL ZULKIFLI HAMID,ST
NIDN : 01-0806-7501**



**STAF PENGAJAR
UNIVERSITAS MEDAN AREA
FAKULTAS TEKNIK
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI
MEDAN
2007**

ABSTRAK

Teknik bioproses bekerja pada garis batas antara biologi dan ilmu teknik untuk "Membawa Teknik ke Kehidupan" melalui konversi materi biologi menjadi bentuk lain yang diperlukan oleh umat manusia. Aplikasi dari teknik bioproses diantaranya adalah produksi bahan bakar nabati, produksi bahan material berbasis biologi (biomaterials), perancangan dan pengoperasian sistem fermentasi, perancangan dan pengoperasian pengolahan limbah, pengembangan system pemrosesan pangan, aplikasi dan pengujian teknologi pemisahan produk, perancangan instrumentasi untuk memantau dan mengendalikan proses biologi, dan berbagai aplikasi lainnya.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah Penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunianya sehingga Penulis telah dapat menyelesaikan Karya Tulis Ilmiah dengan judul “**Review Perkembangan Bioteknologi**”.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa Karya Tulis Ilmiah ini masih jauh dari kesempurnaan. Hal ini disebabkan keterbatasan ilmu yang Penulis miliki, sehingga dalam penyelesaiannya Penulis menemui berbagai kesulitan meskipun pada akhirnya dapat diselesaikan. Karena itu, dengan hasrat menghasilkan yang terbaik, Penulis mengharapkan saran-saran yang membangun serta kritik yang sehat demi kesempurnaan Karya Tulis Ilmiah ini.

Akhirnya Penulis berharap semoga Karya Tulis Ilmiah ini dapat bermanfaat bagi Penulis dan juga dapat menjadi sumbangsih Penulis buat Masyarakat.

Medan, Mei 2007

Penulis,

Tengku Faisal Zulkifli Hamid, ST

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	i
KATA PENGANTAR.....	ii
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
BAB III APLIKASI BIOTEKNOLOGI.....	5
3.1. Bioreaktor Membran : Penggabungan Sistem Lumpur Aktif dengan Pemisahan Lumpur dengan Membran	5
3.2. Produksi Plastik Biodegradabel (Polihidroksialkanoat, PHA).....	6
3.3. Penghilangan Warna dengan Teknologi Ramah Lingkungan ...	7
3.4. Penerapan Proses Anaerobik bagi Air Limbah Industri.....	9
3.5. Pengambilan Senyawa Polisakarida Ekstraselular dari lumpuraktif-sisa (<i>wastage activated sludge</i>) sebagai adsorben logam berat.....	11
3.6. Produksi Etanol Dari Gliserol (Produk Samping Industri Biodiesel).....	11
BAB IV PENUTUP.....	12
4.1. Kesimpulan	12
4.2. Saran-saran	14
DAFTAR PUSTAKA	15

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 3.1 Perbandingan skematis antara sistem konvensional dan bioreactor membran	5
Gambar 3.2 Skema produksi PHA dari air limbah	7
Gambar 3.3 Contoh Produk PHA dari Air Limbah Tapioka dengan Kultur Campuran.....	7

BAB I

PENDAHULUAN

Bioteknologi berasal dari kata *Bios* yang berarti hidup, *Teuchos* yang berarti Alat dan *Logos* yang berarti Ilmu. Secara lengkap Bioteknologi didefinisikan sebagai penggunaan organisme atau sistem hidup untuk memecahkan suatu masalah atau untuk menghasilkan suatu produk yang berguna. Selain itu Bioteknologi juga merupakan seperangkat teknik yang memanfaatkan organisme hidup atau bagian dari organisme hidup, untuk menghasilkan atau memodifikasi produk, meningkatkan kemampuan tumbuhan dan hewan, mengembangkan mikroorganisme untuk penggunaan khusus yang berguna bagi kehidupan manusia.

Suatu batasan lain menyatakan bahwa bioteknologi merupakan penggunaan terpadu biokimia, mikrobiologi dan ilmu-ilmu keteknikan dengan bantuan mikroba, bagian-bagian mikroba atau sel dan jaringan mikroorganisme yang lebih tinggi dalam penerapannya secara teknologis dan industri.

Para ahli dalam bioteknologi telah memberikan batasan dalam proses bioteknologis yaitu : agen biologis (mikroba, enzim, sel tanaman dan sel hewan), Pendayagunaan secara teknologis dan industrial, serta Produk dan jasa yang diperoleh. Teknik-teknik dalam bioteknologi meliputi fermentasi, analisis genetik, seleksi dan pemuliaan, analisis DNA, kultur sel dan jaringan serta rekayasa genetik atau DNA rekombinan.

Teknik bioteknologi yang paling umum digunakan adalah Fermentasi yaitu menggunakan mikroba untuk mengubah suatu senyawa seperti pati atau gula menjadi senyawa lain seperti etanol. Fermentasi banyak digunakan pada bioteknologi klasik, industri farmasi, biopulping, bahan bakar dan bioplastik.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Perkembangan yang pesat di bidang bioproses telah memberikan banyak manfaat bagi manusia. Manfaat langsung yang dirasakan antara lain dihasilkannya berbagai produk dari penerapan bioproses berskala industri atau komersial. Kegunaan Bioteknologi bagi kehidupan manusia antara lain dalam bidang : Pertanian, Bioteknologi kelautan dan akuakultur, Bioteknologi Lingkungan, Manufaktur dan Bioproses serta kedokteran. Perkembangan penerapan bioproses yang pertama kali yaitu dalam proses produksi (bahan) pangan, kemudian berkembang ke bidang-bidang lain. Perkembangan yang sangat cepat terjadi pada produksi asam amino yang menggunakan mikroba secara aerobik.

Perkembangan proses bioteknologis tidak lepas dari peran enzim, yaitu suatu biokatalis. Teknologi enzim mencakup teknik memproduksi suatu produk dengan bantuan enzim, isolasi dan pemurnian enzim. Di era industri saat ini yang dituntut untuk lebih ramah lingkungan, penggunaan enzim merupakan salah satu alternative yang telah banyak dilakukan oleh industri-industri di dunia.

Laporan EuropaBio tahun 2003 memuat studi yang dilakukan oleh McKinsey and Company, Oeko Institute bersama-sama dengan sebuah dewan penasihat terhadap sejumlah perusahaan yang bergerak di bidang industri bioteknologi dalam rangka memberikan penilaian terhadap potensi industri bioteknologi di masa depan.

Studi kasus dipilih dari berbagai jenis industri bioteknologi dengan aplikasi yang beragam. Studi tersebut membandingkan aplikasi bioteknologi terhadap proses konvensional ditinjau dari faktor dampak lingkungan dalam arti luas (energi, bahan baku, emisi, penggunaan lahan, dan toksikologi) dan perbandingan biaya yang ditimbulkan, serta penggunaan teknik LCA (*Life Cycle Assessment*) untuk menilai dampaknya mulai dari bahan baku hingga produk akhir. Secara ringkas, studi kasus tersebut memberikan kesimpulan bahwa industri bioteknologi memiliki dampak yang menguntungkan, baik dari sisi lingkungan maupun ekonomi. Efisiensi energi dapat ditingkatkan, konsumsi bahan baku menurun, emisi gas CO₂ berkurang secara nyata, dan ongkos produksi umumnya lebih rendah. Laporan McKinsey memperkirakan bahwa dengan terwujudnya industri bioteknologi yang berbasis biomassa, akan terjadi penurunan gas rumah kaca antara 17 – 65 % (lingkungan), dan nilai potensi ekonomi industri tersebut sekitar 11 – 22 miliar Euro per tahun (ekonomi) pada tahun 2010. Dengan makin terwujudnya industri yang berkelanjutan, diharapkan akan membawa keuntungan ke daerah yang berbasis masyarakat (sosial). Dengan demikian, industri yang memanfaatkan Teknik Bioproses akan mendorong terwujudnya Masyarakat yang Berkelanjutan.

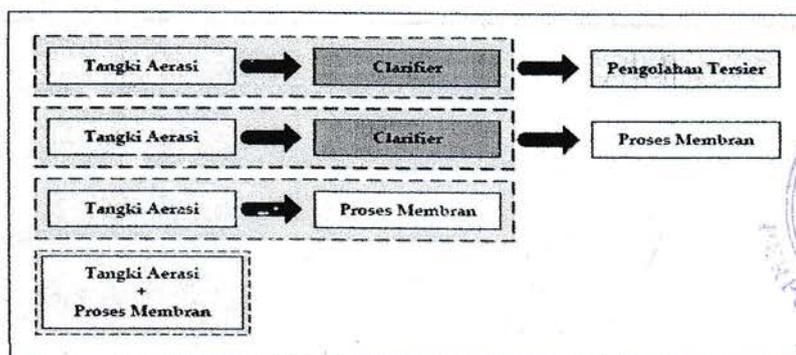
Pada bagian berikut akan disampaikan secara garis besar penelitian yang dilakukan selama 10 tahun terakhir ini yang berkaitan erat dengan teknik bioproses. Penelitian tersebut dapat memberikan gambaran salah satu aspek dari aplikasi teknik bioproses.

BAB III

APLIKASI BIOTEKNOLOGI

3.1 Bioreaktor Membran : Penggabungan Sistem Lumpur Aktif dengan Pemisahan Lumpur dengan Membran

Teknologi Bioreaktor Membran (*membrane bioreactor*, MBR) merupakan teknologi pengolahan air limbah yang berkembang sangat pesat di dunia dalam 5 tahun terakhir ini. Akan tetapi, aplikasi teknologi MBR di Indonesia masih sangat terbatas. Teknologi ini memanfaatkan mikroba kultur campuran aerobik untuk menghancurkan senyawa pencemar organik yang secara konvensional diterapkan untuk mengolah air limbah domestik dan industri dan dikenal dengan nama sistem Lumpur Aktif. Perbandingan skematis sistem bioreaktor membran dan sistem konvensional serta konfigurasi MBR disajikan masing-masing pada Gambar 2.1 berikut.



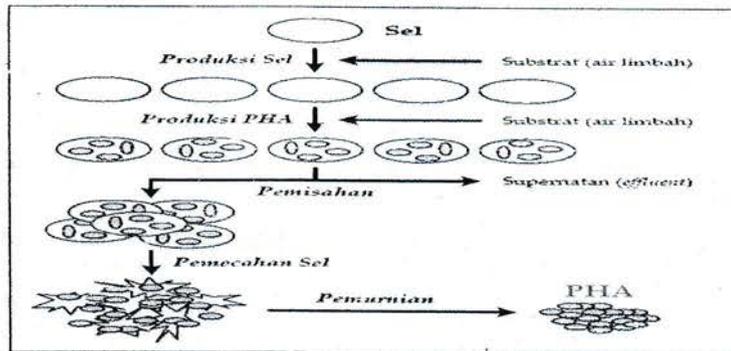
Gambar 3.1. Perbandingan skematis antara sistem konvensional dan bioreaktor membran (Sumber : Wenten, 2005)

Melalui penggabungan teknologi membran dengan tangki aerasi, system memiliki beberapa kelebihan yang mampu mengatasi permasalahan pada system Lumpur Aktif konvensional. Kelebihan tersebut diantaranya adalah keperluan lahan yang hanya sekitar 25 % dari sistem konvensional, kualitas air olahan yang tinggi sehingga memungkinkan untuk digunakan kembali, dan produksi sisa Lumpur yang relatif sedikit. Hambatan penggunaan teknologi ini secara luas pada saat ini adalah biaya investasi yang masih relatif mahal dan penggunaan energi yang relatif lebih besar dibandingkan dengan sistem konvensional. Teknologi MBR sekarang ini terus dikembangkan oleh Dr. I G. Wenten, dan diharapkan mampu mengatasi kelemahan yang disebutkan di atas. Teknologi MBR diperkirakan akan menggantikan sistem pengolahan air limbah konvensional dalam 3 - 5 tahun mendatang.

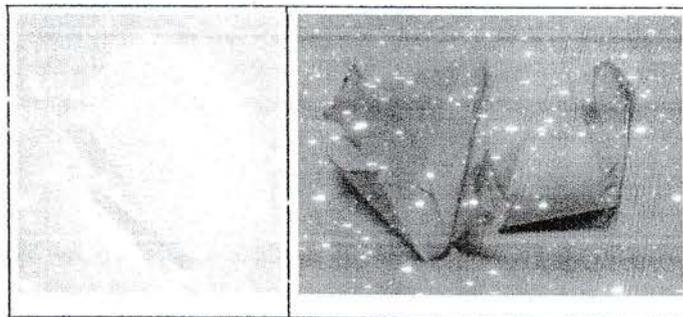
3.2 Produksi Plastik Biodegradabel (Polihidroksialkanoat, PHA)

Produksi plastik PHA dilakukan melalui modifikasi lingkungan terhadap sekumpulan mikroba (baik kultur murni maupun kultur campuran). Sebagai sumber substrat (makanan utama bagi mikroba) dieksplorasi dengan memanfaatkan air limbah industri agro yang mengandung karbohidrat yang relative tinggi. Dengan demikian, tujuan dari penelitian ini adalah memanfaatkan air limbah untuk menghasilkan produk yang ramah lingkungan. Secara garis besar, produksi PHA tersebut dapat diilustrasikan pada Gambar 3.2 dan produk PHA yang dihasilkan dalam penelitian tersebut disajikan pada Gambar 3.3.

Uji biodegradabilitas terhadap produk telah dilakukan, dan menunjukkan bahwa produk relatif cepat hancur dalam media air sungai dan media tanah.



Gambar 3.2. Skema produksi PHA dari air limbah



Gambar 3.3. Contoh Produk PHA dari Air Limbah Tapioka dengan Kultur Campuran.

3.3 Penghilangan Warna dengan Teknologi Ramah Lingkungan

Warna banyak digunakan pada berbagai industri, terutama pada industri tekstil, industri penyamakan kulit, industri domestik, industri cat, dan industri lainnya. Penggunaan warna pada industri-industri tersebut tidak mungkin dihindarkan, karena merupakan sifat inheren dari industri tersebut.

Warna tidak seluruhnya dapat terserap ke dalam produk sehingga sebagian dari warna akan terbawa air limbah. Zat warna memiliki struktur yang kompleks, sehingga tidak mudah dihancurkan oleh mikroorganisme. Disamping itu, zat warna pengganti yang bersifat biodegradabel relatif masih terbatas, walaupun usaha tersebut sedang terus dikembangkan. Saat ini, proses penghilangan warna yang paling diandalkan adalah dengan cara kimia, baik dengan menggunakan proses koagulasi-flokulasi yang menghasilkan limbah lumpur, atau proses kimia oksidasi yang membutuhkan bahan kimia tertentu atau energi yang relatif tinggi. Proses biologi aerobik memiliki kemampuan terbatas untuk menghancurkan warna. Penerapan teknologi ini relatif terbatas pada industri tekstil dengan bahan pewarna yang relatif tetap. Teknologi ini apabila diterapkan pada industri tekstil yang menggunakan zat warna yang beragam, maka tingkat pengurangan warnanya tidak setinggi industri denim.

Edi Sukaton (1995), telah meneliti penggunaan Jamur dalam menurunkan kadar warna pada limbah cair proses pulping kraft. Pada limbah setelah perlakuan inkubasi dengan jamur, nilai warna mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya waktu inkubasi. Terjadinya penurunan tersebut disebabkan oleh adanya aktivitas jamur *Sporotrichum sp* dalam perombakan lignin sebagai salah satu indikator warna kecoklatan pada limbah cair proses pulping kraft. Kemampuan jamur *Sporotrichum sp* dalam metabolisme lignin ini berhubungan dengan kemampuan jamur dalam menghasilkan berbagai enzim pendegradasi lignin, seperti enzim laktase dan enzim-enzim phenol oksidase.

Penambahan nutrisi juga memberikan pengaruh yang nyata pada penurunan kadar warna air limbah. Hal ini dapat terjadi karena penambahan nutrisi bertujuan untuk menyediakan cadangan substrat yang cukup bagi pertumbuhan dan perkembangan jamur, sehingga mampu mendegradasi lignin sebagai penyebab utama warna pada air limbah.

3.4 Penerapan Proses Anaerobik bagi Air Limbah Industri

Proses ini memiliki potensi yang besar dalam mengolah air limbah karena proses ini mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan dengan proses aerobik yang telah mendominasi pengolahan air limbah industri. Kelebihan tersebut antara lain : kebutuhan energi sangat rendah, lumpur sisa hanya sekitar 10 % dibandingkan dengan proses aerobik, menghasilkan biogas yang dapat dijadikan sumber energi, dan berpotensi untuk diikutkan dalam struktur pembiayaan CDM (*clean development mechanisms*). Beberapa studi kasus yang dikembangkan dan dijadikan ilustrasi dalam tulisan ini adalah studi kasus air limbah industri *oleochemicals* dan industri minuman-berenergi.

Pengembangan proses anaerobic di industri *oleochemicals* dimulai dari tahap uji laboratorium untuk meyakinkan bahwa air limbah dapat diolah dengan proses anaerobik. Pengujian dilakukan untuk memprediksi potensi pembentukan metana dan kemungkinan sifat toksik limbah terhadap mikroba anaerobik.

Tahapan pengembangan proses anaerobic terdiri dari beberapa tahap yaitu setelah pengujian laboratorium, dilanjutkan dengan uji skala pilot, kemudian pembangunan skala industri. Setelah penerapan proses anaerobik, sistem pengolahan air limbah mampu mengatasi fluktuasi yang terjadi dalam proses pabrik, energi yang dibutuhkan berkurang cukup berarti, dan mempunyai potensi untuk memanfaatkan biogas. Pada kasus minuman-berenergi, industri tersebut sebelumnya telah mempunyai sistem pengolahan air limbah secara aerobik. Dalam waktu dekat, industri ini akan meningkatkan kapasitas produksinya menjadi dua kali lipat. Dengan demikian, industri dihadapkan pada dua pilihan sistem pengolahan air limbah. Pertama adalah membuat unit aerobik dengan kapasitas yang sama. Atau mengubah sistem, yaitu dengan menambahkan unit proses anaerobik lalu dilanjutkan dengan unit proses aerobik yang telah ada (*existing*).

Perusahaan memilih membangun unit anaerobik, dengan kapasitas untuk menangani air limbah sesuai dengan debit dua kali lipat dari semula. Setelah pembangunan unit anaerobik, dan system telah berjalan stabil, beberapa catatan yang dapat dikemukakan, yaitu : energi listrik yang ditambahkan sekitar 10 % dari kebutuhan proses aerobik, lahan yang diperlukan (*foot-print*) sekitar 30 % dari proses aerobik, dan sistem pengolahan air limbah menjadi lebih stabil. Disamping itu, sistem ini berpotensi untuk memanfaatkan biogas yang terbentuk.

3.5 Pengambilan Senyawa Polisakarida Ekstraselular dari Lumpuraktif-sisa (*wastage activated sludge*) sebagai adsorben logam berat.

Penelitian ini ditujukan untuk mengambil senyawa polisakarida ekstraselular (SPE) yang terdapat dalam Lumpur aktif sisa. Lumpur tersebut dibuang secara berkala dari unit pengolahan limbah. Berdasarkan penelitian awal, SPE yang diperoleh mampu digunakan sebagai adsorben untuk logam tembaga dengan kapasitas yang relatif baik, yaitu dengan kapasitas adsorpsi maksimum sebesar 88,3 mg Cu⁺²/g SPE (Haryono dan Setiadi, 2006).

3.6 Produksi etanol dari gliserol (produk samping industri biodiesel).

Penelitian ini merupakan bagian yang penting dalam rangka menunjang keberlangsungan industri biodiesel. Biodiesel telah dicanangkan sebagai bahan bakar nabati (BBN), akan tetapi dalam proses pembuatannya industri ini menghasilkan hasil samping berupa gliserol. Dengan melimpahnya produk gliserol, gliserol akan bernilai murah dan berpotensi menjadi limbah. Dengan demikian, perlu dicari usaha-usaha untuk memanfaatkan gliserol. Kemudian yang sering menjadi pertanyaan adalah mengapa dijadikan etanol? Bukan produk lainnya? Etanol dipilih karena etanol dapat menggantikan metanol yang menjadi bahan baku pembuatan biodiesel.

BAB IV

PENUTUP

Dari hasil uraian pada bab-bab sebelumnya, Penulis sapat memberikan suatu kesimpulan dan saran sebagai berikut :

4.1 Kesimpulan

Seperti yang telah disebutkan pada bagian sebelumnya bahwa teknik bioproses adalah disiplin yang mewujudkan bioteknologi menjadi nyata bagi kebutuhan manusia. Dengan demikian, teknik bioproses perlu didukung oleh bidang teknik mesin, teknik elektro, teknik fisika, teknik industri, teknik lingkungan, dan tentu saja ilmu-ilmu dasar seperti biologi, kimia, dan biokimia. Dengan demikian, kata kunci pengembangan teknik bioproses adalah kerjasama antar-disiplin.

Teknik Bioproses beserta produk-produknya memiliki potensi yang besar dalam mewujudkan masyarakat berkelanjutan ditinjau dari sisi lingkungan, ekonomi, dan sosial. Kemajuan industri bioproses diperkirakan akan berkembang pesat dalam 5 tahun ke depan.

Secara lebih rinci penelitian-penelitian yang perlu dikembangkan, antara lain mencakup penelitian yang :

1. Memecahkan atau mengkonversikan senyawa lignoselulosa menjadi senyawa yang mudah diproses lebih lanjut melalui bioproses. Hal ini berkaitan untuk membuka peluang yang lebih lebar dalam memanfaatkan biomassa sebagai sumber bahan baku industri bioproses. Salah satu yang akan mempunyai peranan penting adalah proses enzimatik, walaupun proses

kimia atau fisik lainnya tidak dipungkiri dapat membantu usaha konversi tersebut.

2. Berkaitan dengan pengembangan industri bioproses yang kompak, efisien, berbiaya-rendah, dan ramah lingkungan dalam menghasilkan produk-produk yang dapat menggantikan produk yang berbahan baku yang berasal dari fosil. Proses-proses tersebut harus memiliki kinerja yang baik dan konversi yang tinggi seperti halnya industri kimia. Disamping itu, proses tersebut harus menerapkan pemakaian energi yang rendah, dan meminimalkan produk samping yang membahayakan lingkungan, seperti gas rumah kaca.
3. Mendorong pengembangan teknologi proses-hilir (*down stream processing*) untuk memisahkan dan memurnikan produk-produk bioproses yang umumnya berada pada konsentrasi yang relative rendah.
4. Meningkatkan pengambilan dan pembuatan produk berharga dari limbah (*waste to wealth*). Pengambilan kembali dan pemanfaatan bahan yang berguna dari limbah merupakan pendorong utama dalam industri lingkungan. Pendekatan yang lebih ekonomis dan ramah-lingkungan adalah menghasilkan produk yang bernilai-tambah dari bahan limbah. Sistem mikroba merupakan cara yang cocok untuk melakukan tugas ini karena telah banyak temuan-temuan yang mendukung bahwa melalui bioproses dapat diproduksi produk-produk yang bernilai. Contohnya adalah polimer biodegradable.

5. Mendorong penerapan teknik pengendalian dalam industri bioproses. Kemajuan industri kimia sangat didorong oleh pengendalian dan pemantauan yang akurat dan tepat-waktu terhadap proses. Hal ini harus menjadi pelajaran yang berharga dalam meningkatkan realibilitas dari industri bioproses.
6. Meningkatkan pengembangan bioproduk lingkungan. Bahan-bahan yang dikembangkan secara spesifik dari organisme, seperti enzim yang selektif atau populasi biomasa yang dirancang khusus dapat menjadi produk yang menguntungkan bagi aplikasi proses lingkungan.

4.2 Saran-saran

Penelitian harus diarahkan pada peningkatan proses produksi komersial dari bioproduk lingkungan tersebut. Aplikasi bioproduk dapat dilakukan baik pada skala kecil maupun skala besar, mulai dari produksi pangan, seperti dalam akuakultura atau pertanian (misalnya SIMBA, yang dihasilkan oleh Pusat Penelitian Ilmu Hayati), hingga bioremediasi, dan pengolahan limbah.

DAFTAR PUSTAKA

- Setiadi, Prof. Tjandra, 2007, "**Peranan Teknik Bioproses Dalam Mewujudkan Masyarakat Berkelanjutan**", Pidato Ilmiah Guru Besar Institut Teknologi Bandung.
- Sukaton, Edi, 1995, "**Penggunaan Jamur *Sporotrichum Sp* Untuk Pengolahan Limbah Cair Dari Proses Pemasakan Pulp Sistem Kraft**", Universitas Mulawarman.