



PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA

**PEMANFAATAN LIMBAH STYROFOAM OLEH *Pseudomonas aeruginosa*
UNTUK MENGHASILKAN BIOSURFAKTAN DENGAN PENAMBAHAN
SAPONIN DARI *Sapindus rarak***

Bidang Kegiatan:
PKM Gagasan Tertulis

Diusulkan oleh:

| | |
|---------------------|--------------------|
| Pratiwi Eka Puspita | (F34063211/ 2006) |
| Agus Faisal | (F34061267 / 2006) |
| Denok Monda Hero N | (F34052895 / 2005) |

INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2009

LEMBAR PENGESAHAN

1. Judul Kegiatan : Pemanfaatan Limbah Styrofoam Oleh *Pseudomonas Aeruginosa* Untuk Menghasilkan Biosurfaktan Dengan Penambahan Saponin Dari *Sapindus Rarak*.
2. Bidang Kegiatan : () PKM-AI (V) PKM-GT
3. Ketua Pelaksana
- a. Nama Lengkap : Pratiwi Eka Puspita
- b. NIM : F34063211
- c. Jurusan : Teknologi Industri Pertanian
- d. Institut : Institut Pertanian Bogor
- e. Alamat Rumah dan HP : Margorejo Rt 3 Rw 5, Jawa Tengah
- f. Alamat email : zahirah_azzahra@gmail.com
4. Anggota Pelaksana Kegiatan : 2 orang
5. Dosen Pendamping
- a. Nama Lengkap dan Gelar : Prayoga Suryadarma, STP, MT
- b. NIP : 132240362
- c. Alamat Rumah dan HP : Jl. Puri Matahari Persada Blok D21, Bogor.
Handphone: 08161100581

Bogor, 6 April 2009

Menyetujui,

Ketua Departemen Teknologi Industri
Pertanian

Ketua Pelaksana Kegiatan,

(Dr. Ir. Nastiti Siswi Indrasti)
NIP. 131.841.749

(Pratiwi Eka Puspita)
NIM. F34063211

Wakil Rektor Bidang Kemahasiswaan
Institut Pertanian Bogor

Dosen Pembimbing,

(Prof. Dr. Ir.H.Yonny Koesmaryono, MS.)
NIP. 131473999

(Ir. Andes Ismayana, MT)
NIP. 132206242

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah swt yang telah melimpahkan seluruh nikmatNya sehingga karya tulis ini dapat terselesaikan dengan baik. Karya tulis ini berjudul **Pemanfaatan Limbah Styrofoam Oleh *Pseudomonas Aeruginosa* untuk Menghasilkan Biosurfaktan dengan Penambahan Saponin dari *Sapindus Rarak*.**

Dalam karya tulis ini dibahas mengenai pemanfaatan monomer styrene sebagai penyedia sumber karbon bagi bakteri. Bakteri tersebut melakukan fermentasi dengan menggunakan sumber karbon yang berasal dari styrofoam. Sementara itu, sumber nitrogen dipenuhi dari penambahan saponin dari *Sapindus rarak*.

Semoga karya tulis ini bermanfaat bagi pembaca untuk meningkatkan wawasan. Saran dan kritik dari pembaca sangat dinantikan demi perbaikan penulisan selanjutnya.

Bogor, 6 April 2009

Penulis

DAFTAR ISI**BAGIAN AWAL**

| | |
|--------------------------|------------|
| Halaman Judul | i |
| Lembar Pengesahan | ii |
| Kata Pengantar | iii |
| Daftar Isi | iv |
| Daftar Gambar | v |
| Ringkasan | vi |

BAGIAN INTI

| | |
|------------------------------|-----------|
| Pendahuluan | 1 |
| Telaah Pustaka | 5 |
| Metode Penulisan | 8 |
| Analisis dan Sintesis | 9 |
| Kesimpulan dan Saran | 11 |

BAGIAN AKHIR

| | |
|-----------------------------|-----------|
| Daftar Pustaka | 13 |
| Daftar Riwayat Hidup | 18 |

DAFTAR GAMBAR

| | | |
|-----------------|-----------------------------|----------|
| Gambar 1 | Metodologi Penulisan | 8 |
|-----------------|-----------------------------|----------|

RINGKASAN

Styrofoam banyak diaplikasikan dalam kegiatan: pengemasan dan pengangkutan (35%), alat rumah tangga, mainan (25%), dan bahan pelengkap (10%) (Chanda, Roy, 2006). Sayangnya, pemanfaatan tersebut menyebabkan meningkatnya limbah styrofoam (Ward *et al.*, 2006) yang harus diolah.

Selama ini penanganan limbah styrofoam dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu: penggunaan kembali tanpa melalui modifikasi, pembakaran, dan dipendam dalam tanah (Chanda, Roy, 2006). Namun, cara-cara konvensional tersebut bukan merupakan metode penanganan limbah polymer yang solutif (Sony Corporate, 2008; Kuryla, Papa 1973; Chanda, Roy 2006). Hal ini dikarenakan pengolahan tersebut justru menimbulkan dampak negatif bagi pencemaran lingkungan.

Metode alternatif baru dalam pengolahan limbah styrofoam yang lebih ramah lingkungan dapat dilakukan dengan tahapan pyrolysis. Definisi pyrolysis polystyrene yaitu pemanasan suatu bahan dengan suhu sangat tinggi tanpa menggunakan oksigen (Hendrik *et al.*, 1996; Heffner, Yuzla, 1996). Pyrolysis tersebut menghasilkan komponen monomer styrene yang kaya atom karbon (Ward *et al.*, 2006).

Pseudomonas aeruginosa adalah mikroorganisme yang dapat memanfaatkan sumber karbon pada monomer styrene untuk memperoleh energi (Wong *et al.*, 1997). Fermentasi bakteri tersebut menghasilkan produk samping berupa biosurfaktan yang banyak diaplikasikan dalam industri (Desai, Banat, 1997). Dalam fermentasinya, *P. aeruginosa* tidak hanya memerlukan karbon sebagai nutrisinya, tetapi juga sumber nitrogen. Nitrogen digunakan oleh bakteri untuk memperbanyak sel selama fase eksponensial (Rashedi *et al.*, 2005). Dengan demikian, saat fase stasioner terdapat jumlah mikroba yang optimum untuk menghasilkan biosurfaktan.

Saponin dari buah lerak (*Sapindus rarak*) dapat dijadikan sebagai alternatif sumber nitrogen (Wesley *et al.*, 2004) yang potensial. Saponin juga mengandung senyawa aktif mirip biosurfaktan (Palazon *et al.*, 2003; Cheeke, Shull, 1985) yang berfungsi menurunkan tegangan permukaan. Hal ini dapat membantu pendegradasian monomer styrene. *P. Aeruginosa* lebih mudah melarutkan styrene yang sukar larut dalam air (Rosenberg, Ron, 1999) dengan bantuan senyawa surfaktan dalam saponin.

Penambahan saponin *Sapindus rarak* dalam fermentasi *P. aeruginosa* merupakan inovasi baru. Saponin yang kaya nitrogen dan termasuk senyawa bioaktif diharapkan dapat berperan sebagai penyedia sumber nitrogen sekaligus mempermudah pendegradasian styrene.

PENDAHULUAN

Latar Belakang Masalah

Styrofoam merupakan salah satu material pengemasan yang banyak dimanfaatkan dalam industri. Hal ini dikarenakan karakteristik bahan styrofoam yang lebih unggul dibandingkan bahan kemasan lainnya. Dijabarkan oleh Boundy, Boyer, 1952; Brighton *et al.* (1979), bahan pengemas styrofoam (polystyrene) memiliki sifat: kaku, jernih (bersih), tidak mudah rapuh, tidak berasa, tidak berbau, isolator, resisten terhadap air, dan teknologi prosesnya yang mudah.

Saat ini penggunaan styrofoam tidak hanya meliputi aktivitas pengemasan saja. Styrofoam juga bermanfaat sebagai wadah penyajian bagi hidangan produk siap saji yang jumlahnya mencapai 10% dari keseluruhan distribusi penggunaan styrofoam (Chanda, Roy, 2006). Dapat kita temui di supermarket-supermarket adanya produk sereal, mi instan, dan produk lainnya yang dapat disantap langsung menggunakan wadah pengemasnya, yaitu styrofoam. Digunakannya styrofoam didasarkan pada kemampuan styrofoam yang sangat resisten terhadap air. Halim *et al.* (1992) mengamati permeabilitas material styrofoam terhadap air yang sangat rendah, hanya sekitar 0,03-0,05 (berdasarkan pengamatan yang dinilai secara absolut (%)) dengan merendam material setebal 3,2 mm selama 24 jam dalam sampel air).

Sayangnya, pemanfaatan styrofoam yang luas menjadi permasalahan bagi lingkungan berupa pencemaran. Styrofoam yang dimanfaatkan dalam kegiatan pengemasan dan pengangkutan (35%), alat rumah tangga, mainan (25%), dan bahan pelengkap (10%) (Chanda, Roy, 2006) menyebabkan menumpuknya sisa hasil pemakaian berupa limbah. Pada tahun 2000, di US terdapat produksi styrofoam hingga 3 juta per tahunnya. Dari limbah yang dihasilkan, hanya 1% yang mengalami recycle sementara 2,3 juta limbahnya ditimbun dalam tanah (Ward *et al.*, 2006).

Pengolahan limbah styrofoam yang telah ada selama ini meliputi: penggunaan kembali tanpa melalui modifikasi, pembakaran, dan dipendam dalam

tanah (Chanda, Roy, 2006). Namun, cara-cara tersebut merupakan metode konvensional dan bersifat tidak ramah lingkungan.

Penggunaan kembali tanpa melalui modifikasi sejak lama dirintis oleh Sony Corporate di Jepang. Mula-mula limbah styrofoam dilarutkan dalam limonen selama 5-6 menit. Kemudian melalui tahapan pemanasan, limonen dan styrofoam dipisahkan sehingga didapat pelet styrofoam. Pelet tersebut sebagai bahan baku pembuatan styrofoam daur ulang (Sony Corporate, 2008). Styrofoam memang diketahui dapat larut dalam pelarut alifatik, aromatik, chlorin, ester dan karbon (Chanda, Roy, 2006). Sementara itu limonen termasuk senyawa hidrokarbon aromatik yang diekstrak dari limbah kulit jeruk (Christopher *et al.*, 2004). Metode ini tidak solutif karena hanya mengonversi limbah styrofoam menjadi produk styrofoam daur ulang tanpa mengurangi jumlahnya.

Metode lainnya yang biasa digunakan dalam mengolah limbah styrofoam, yaitu melalui proses pembakaran. Kuryla dan Papa (1973) mengidentifikasi karakteristik gas hasil pembakaran, yaitu ukuran partikelnya kecil, berbentuk gelembung, berwarna hitam, dan memiliki konsentrasi 1,3-6,3 (cm³/menit). Ditambahkan oleh Chanda dan Roy (2006), gas tersebut berupa polimer atau senyawa beracun yang bersifat karsinogen. Dengan demikian, cara ini bukan metode yang solutif pula karena mencemari udara.

Begitu juga pengolahan limbah styrofoam dengan menimbunnya di dalam tanah bukan merupakan cara yang tepat. Chanda dan Roy (2006) mengemukakan mengenai sifat styrofoam yang sangat sulit diurai oleh mikroorganisme sehingga bahan styrofoam termasuk jenis bahan nonbiodegradabel.

Perumusan Masalah

Kini diketahui metode alternatif yang lebih aman dalam mengolah limbah styrofoam. Metode yang dimaksud adalah aktivitas memecah material polimer menjadi monomer-monomernya melalui pemanasan suhu tinggi tanpa oksigen dan dikenal dengan istilah pyrolysis. Hasil akhir hasil pyrolysis berupa zat cair (liquid) sehingga resiko kontaminasinya rendah (Hendrik *et al.*, 1996;

Heffner, Yuzla, 1996). Maka dari itu, cara ini dianggap lebih aman dibandingkan cara-cara konvensional.

Prolysis polystyrene menghasilkan minyak styrene yang komponen utamanya adalah monomer-monomer styrene. Monomer-monomer styrene tersebut dapat diuraikan oleh mikroorganisme pendegradasi hidrokarbon (Ward, *et al.*, 2006). Mikroorganisme yang umum dimanfaatkan dalam penguraian monomer styrene adalah *Pseudomonas sp.* (Wong *et al.* 1997).

Selama proses fermentasi, bakteri *Pseudomonas sp.* memproduksi biosurfaktan sebagai produk sampingnya. Biosurfaktan merupakan senyawa alami yang dapat menurunkan tegangan permukaan (Banat, 1995) sehingga banyak diaplikasikan di berbagai industri (Desai, Banat, 1997). Misalnya pada industri makanan, minyak, kosmetik, dan farmasi (Makkar, Cameotra, 2002). Surfaktan alami tersebut lebih disukai dibandingkan surfaktan sintetik karena sifatnya yang dapat didegradasi (Kim *et al.*, 1999). Selain itu, biosurfaktan memiliki kadar toksin yang rendah, dapat digunakan dalam aktivitas remediasi (Ron, Rosenberg, 2001). Oleh karenanya, biosurfaktan sangat prospektif untuk dikembangkan.

Pseudomonas sp. yang dikultivasi pada substrat styrene diberikan perlakuan optimal untuk mendapatkan bioproduk baru yang bernilai ekonomi semisal biosurfaktan. Kajian mengenai peningkatan rendemen bioproduk dari aktivitas fermentasi *Pseudomonas sp.* pada substrat styrene (hidrokarbon aromatik) masih terus dikembangkan. Salah satunya adalah penentuan sumber karbon dan nitrogen untuk memenuhi nutrisi mikroorganisme agar diperoleh kadar presentase rendemen bioproduk yang tinggi.

Sumber karbon dan nitrogen bagi kebutuhan nutrisi mikroorganisme hendaknya berasal dari bahan baku yang murah untuk meminimalkan biaya produksi. Monomer styrene merupakan senyawa hidrokarbon aromatik yang kaya akan gugus karbon (Lee *et al.*, 2002). Dengan demikian, styrene dapat digunakan sebagai sumber penyedia karbon untuk katabolisme energi. Sementara itu, sedikit nitrogen harus ditambahkan dari lingkungan karena styrene tidak memiliki nitrogen dalam gugus ikatan atomnya. Sumber nitrogen meliputi: amonium nitrat, amonium khlorida, atau natrium nitrat (Cooper *et al.*, 1981).

Selama ini, kajian mengenai nutrisi bagi substrat lebih banyak difokuskan kepada pencarian alternatif sumber karbon organik dan nitrogen sintesis. Belum banyak penelitian yang membahas tentang penambahan saponin untuk memenuhi kebutuhan nitrogen pada fermentasi mikroorganisme. Padahal, saponin adalah senyawa yang di dalamnya terkandung sumber nitrogen (Shibata, Myoga, 1977). Saponin yang berasal dari tanaman lokal Indonesia, *Sapindus rarak*, (Wina *et al.*, 2006) dapat diperoleh dengan harga ekonomis. Dalam karya tulis ini akan dibahas tentang pengaruh penambahan senyawa saponin pada substrat styrene untuk meningkatkan jumlah produk samping, biosurfaktan.

Tujuan dan Manfaat

- a. Menangani limbah styrofoam yang menimbulkan dampak negatif bagi pencemaran lingkungan melalui tahapan pyrolysis polystyrene.
- b. Menghasilkan biosurfaktan yang bernilai ekonomis dari hasil fermentasi *Pseudomonas aeruginosa* pada substrat styrene yang kaya karbon.
- c. Meningkatkan jumlah rendemen biosurfaktan oleh *P. aeruginosa* dengan menambahkan sumber nitrogen alternatif.
- d. Meningkatkan nilai tambah *Sapindus rarak* sebagai penyedia saponin untuk kebutuhan nitrogen bagi fermentasi *P. aeruginosa*.

TELAAH PUSTAKA

Substrat Styrene Murni Sebagai Sumber Karbon pada Fermentasi *Pseudomonas aeruginosa*

Pyrolysis polystyrene adalah salah satu metode pengolahan limbah styrofoam sehingga diperoleh monomer-monomer penyusunnya yang sederhana. Dekomposisi polimer styrene dilakukan dengan pemanasan suhu tinggi tanpa menggunakan oksigen (Kaminsky, Kim 1999; Lilac, Lee 2001; Kiran *et al.*, 2000). Hasil akhir yang diperoleh dari tahapan pyrolysis tersebut sebagian besar berupa material cair dan sedikit gas (Karaduman *et al.*, 2001). Beberapa faktor seperti: penggunaan katalis (Ward *et al.*, 2006), bobot molekul material, waktu dan suhu pyrolysis (Yu Mee *et al.*, 2003), serta kecepatan kinetik generator yang dipakai (Lee *et al.*, 2002) turut mempengaruhi produk akhir yang dihasilkan.

Pyrolysis polystyrene menghasilkan minyak styrene yang komposisinya didominasi oleh monomer-monomer styrene (Ward *et al.*, 2006). Komponen lainnya yang juga terdapat pada minyak styrene meliputi α -methyl styrene, ethyl benzene, benzene, toluene, dimer, dan trimer (Yu Mee *et al.*, 2003).

Ward *et al.* (2005) menyatakan bahwa styrene murni paling baik dijadikan sebagai substrat bagi pertumbuhan *Pseudomonas sp.* dibandingkan pada substrat kompleks minyak styrene. Oleh karenanya dilakukan berbagai upaya untuk meningkatkan komposisi utama monomer styrene pada rendemen minyak styrene.

Yu Mee *et al.* (2003) melakukan percobaan optimasi perlakuan terhadap pyrolysis polystyrene. Perlakuan yang diujikan meliputi variasi suhu, waktu dan ukuran material. Rentang suhu yang digunakan dalam percobaan pyrolysis polimer styrene berkisar 350-390°C. Dari hasil, didapat komposisi rendemen monomer styrene yang optimum (71,07%) pada suhu 380°C. Pada percobaan lainnya oleh Aguado *et al.* (2003); Arandes *et al.* (2003); dan Zhang *et al.* (1995), bila digunakan suhu 520°C maka rendemen monomer styrene yang dihasilkan mencapai 55-65%. Hal ini sesuai dengan kesimpulan percobaan oleh Williams

dan Williams (1999) mengenai rendemen minyak styrene yang semakin rendah seiring dengan peningkatan suhu pyrolysis.

Yu Me *et al.* (2003) juga memperoleh data mengenai waktu dan bobot molekul yang tepat untuk menghasilkan rendemen styrene murni. Selang waktu pyrolysis yang paling baik dilakukan yaitu selama 30 menit dengan ukuran bobot molekul rata-rata polystyrene 134.000.

Selain suhu, waktu, dan bobot molekul, penggunaan katalis juga mampu mempertinggi rendemen styrene murni hingga 98% (w/w) (Ward *et al.*, 2006). Diketahui lebih lanjut berdasarkan percobaan Lee *et al.*, (2002), bahan sejenis pasir itu adalah silica yang secara efektif dapat mempertinggi rendemen styrene murni.

Tahapan terakhir untuk memperoleh styrene murni setelah dilakukan berbagai perlakuan yang tepat adalah proses distilasi. Prinsip distilasi tersebut menggunakan perbedaan titik uap masing-masing komponen yang berbeda untuk didapat uap suatu zat yang diinginkan. Kemudian uap tersebut dicairkan dengan pendinginan. Suhu yang diperlukan untuk proses distilasi adalah 120 °C dengan tekanan 2hPa (Ward *et al.*, 2006).

Peningkatan Biosurfaktan Sebagai Hasil Fermentasi *Pseudomonas aeruginosa* dengan Penambahan Nitrogen

Biosurfaktan dihasilkan oleh *Pseudomonas aeruginosa* ketika sumber nutrisi nitrogen pada substrat mengalami keterbatasan (Haba *et al.*, 2000) sedangkan sumber karbon masih tersedia dalam jumlah berlebih (Rashedi *et al.*, 2005). Bakteri yang umum digunakan untuk memproduksi biosurfaktan adalah *Pseudomonas aeruginosa* (Beal, Beets, 2000).

Peningkatan optimasi produksi biosurfaktan oleh *Pseudomonas aeruginosa* dapat dilakukan dengan pemilihan sumber karbon dan nitrogen yang tepat serta rasio perbandingan C/N yang optimum (Rashedi *et al.*, 2005). Apabila sumber nitrogen pada substrat dalam keadaan sangat terbatas akan menyebabkan terjadinya sintesis glutamin. Terbentuknya glutamin tersebut dapat menghambat

sintesis produk metabolit dan stimulasi sekresi produk akhir yang diharapkan (Frautz, 1986).

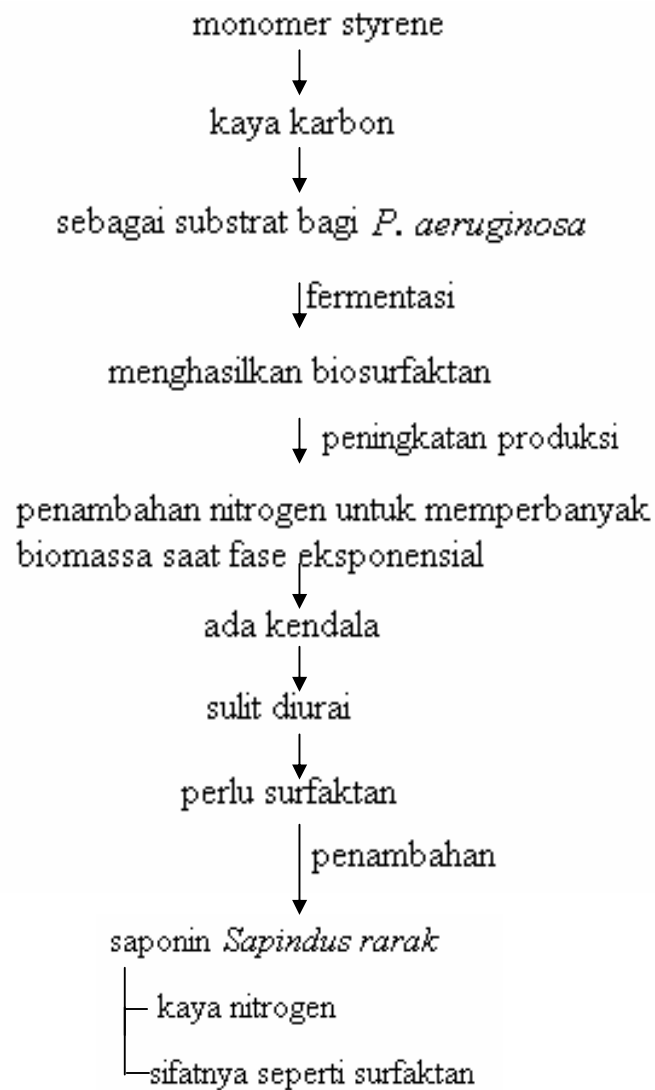
Menurut Rashedi *et al.* (2005), kebutuhan nitrogen paling baik berasal dari sumber nitrogen yang berada dalam bentuk senyawa sederhana. Dengan demikian, akan memudahkan konsumsi nitrogen oleh mikroorganisme. Sodium nitrat merupakan nitrogen yang paling baik digunakan untuk memproduksi biosurfaktan (Moussa *et al.*, 2006; Abouseoud *et al.*, 2008).

Saponin dari *Sapindus rarak* Sebagai Sumber Nitrogen Alternatif

Hidrokarbon bersifat sukar larut dalam air sehingga diperlukan suatu senyawa pengemulsi yang dapat menurunkan tegangan antar permukannya agar larut dalam sel (Rosenberg, Ron, 1999). Saponin merupakan senyawa bioaktif surfaktan yang dapat menurunkan tegangan permukaan sel (Palazon *et al.*, 2003; Cheeke, Shull, 1985). Hal ini ditunjukkan oleh sifat degradasi serealial jagung yang mengalami peningkatan setelah ditambahkan saponin (Hristov *et al.*, 2004).

Buah *Sapindus rarak* yang diekstrak menggunakan metanol mengandung saponin dua kali lebih banyak dibandingkan buah yang diekstrak tanpa menggunakan metanol (Thalib *et al.*, 1994). Percobaan yang dilakukan oleh Wesley *et al.* (2004) menunjukkan bahwa saponin mengandung komponen nitrogen yang berupa asam amino atau peptida.

METODE PENULISAN



Gambar 1. Metodologi Penulisan

ANALISIS DAN SINTESIS

Keperluan mikroorganisme terhadap karbon dapat dipenuhi dari gliserol sebagai sumber substrat alternatif yang murah (Hitatsuka *et al.*, 1971). Pedegradasian gliserol menjadi atom-atom karbonnya membutuhkan waktu yang lama untuk dapat didegradasi oleh *P. aeruginosa*, yaitu 145 jam (Rashedi *et al.*, 2005). Sementara itu, styrene merupakan senyawa hidrokarbon aromatik (Lee *et al.*, 2002) yang sulit diurai (Rosenberg, Ron, 1999). Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa pendegradasian monomer styrene akan membutuhkan waktu yang lebih lama.

Diperlukan suatu senyawa yang dapat mempermudah pendegradasian monomer styrene. Senyawa itu adalah surfaktan yang juga digunakan untuk menaikkan kecepatan degradasi naptalena naik sebesar 64% pada penambahan 1% (v/v) surfaktan Tween 80 pada media pertumbuhan (Budiastuti, 2004). Surfaktan alami bisa berupa senyawa saponin yang diekstrak dari *Sapindus rarak* untuk menurunkan tegangan permukaan styrene murni agar larut dalam sel.

Selain itu, saponin dapat pula meningkatkan pertumbuhan biomassa sel pada masa eksponensial untuk tujuan optimasi produksi biosurfaktan saat fase stasioner. Hasil penelitian oleh Rashedi *et al.* (2005) menunjukkan jumlah produksi biosurfaktan yang tinggi berkorelasi positif dengan jumlah biomassa. Peningkatan pertumbuhan biomassa menggunakan buah lerak merupakan suatu inovasi. Saponin pada buah lerak (*Sapindus rarak*) menyebabkan lisis pada dinding sel protozoa (Thalib, 2004). Reduksi protozoa tersebut oleh saponin menyebabkan peningkatan jumlah bakteri amilolitik dan bakteri selulolitik (Kurihara *et al.*, 1978). Dengan demikian adanya saponin dapat mempercepat degradasi styrene murni karena mendukung pertumbuhan bakteri yang benar-benar diperlukan dalam proses degradasi. Hal ini didukung pula oleh sifat saponin *Sapindus rarak* yang dapat memenuhi kebutuhan nutrisi dalam proses perkembangbiakan bakteri selulolitik (Bryant, 1973).

Manfaat lainnya dari saponin *Sapindus rarak* adalah sebagai penyedia sumber nitrogen. Hal ini diindikasikan dari adanya reaksi kesetimbangan

pemenuhan kebutuhan nitrogen pada percobaan tentang korelasi nitrogen dan saponin. Penelitian Kim *et al.* (2005) tentang pengaruh penambahan konsentrasi nitrogen terhadap aktivitas produksi saponin *Panax ginseng* didapat hasil yang negatif. Penelitian dengan kesimpulan yang sama dilakukan pula oleh Zhang *et al.* (1996) terhadap *Panax notoginseng*. Semakin tinggi konsentrasi nitrogen yang diberikan maka produksi biosurfaktan semakin sedikit. Prinsip kesetimbangan kebutuhan nitrogen ditunjukkan dengan adanya produksi saponin oleh *P. ginseng* yang sedikit karena sumber nitrogen telah terpenuhi dari nitrogen sintetis yang ditambahkan dari lingkungan.

Pemanfaatan buah lerak (*Sapindus rarak*) sebagai sumber alternatif nitrogen bagi pertumbuhan mikroorganisme merupakan metode baru. Metode tersebut berupaya memanfaatkan potensi lokal Indonesia yang diharapkan dapat meningkatkan daya saing bangsa. Selama ini, lerak yang banyak ditemukan di daerah Jawa Timur hanya digunakan sebagai media untuk mencuci secara tradisional.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pengolahan limbah styrofoam melalui tahapan pyrolysis merupakan cara yang paling aman. Hal ini dikarenakan hasil akhirnya berupa material cair (liquid) sehingga kemungkinan kontaminannya terhadap lingkungan sangat kecil. Material cair tersebut berupa minyak styrene yang terdiri dari monomer styrene sebagai komponen utama. Monomer styrene kaya akan atom karbon yang dapat dimanfaatkan oleh *Pseudomonas aeruginosa* untuk memperoleh energi. Dalam proses fermentasinya, *P. aeruginosa* juga menghasilkan biosurfaktan yang merupakan hasil sampingnya.

Biosurfaktan merupakan senyawa bioaktif bernilai ekonomis yang banyak diaplikasikan dalam industri. Peningkatan jumlah rendemen biosurfaktan dilakukan dengan penambahan nitrogen untuk memperbanyak jumlah biomassa sel saat fase eksponensial. Jumlah biomassa yang tinggi sangat berpotensi untuk memproduksi biosurfaktan.

Saponin dari *Sapindus rarak* dapat digunakan sebagai sumber nitrogen alternatif baru. Selain nitrogen, saponin tersebut juga mengandung senyawa bioaktif yang membantu pendegradasian limbah styrofoam oleh *P. aeruginosa*. Dengan demikian, hal ini menjadi peluang untuk meningkatkan ketahanan ekonomi nasional melalui pemanfaatan sumber daya alam lokal, *Sapindus rarak*.

Limbah styrofoam yang telah diurai menjadi monomer-monomernya melalui tahapan pyrolysis dapat didegradasi oleh mikroorganisme. Mikroorganisme yang biasa digunakan adalah *Pseudomonas aeruginosa*. Bakteri tersebut dalam proses fermentasinya menghasilkan produk samping berupa biosurfaktan yang memiliki nilai potensi ekonomi.

Peningkatan produksi biosurfaktan dapat dilakukan dengan memperbanyak jumlah biomassa saat fase eksponensial. Hal ini didukung dengan menambahkan nitrogen alami yang berasal dari saponin *Sapindus rarak*. Saponin

merupakan senyawa aktif sejenis surfaktan dan memiliki kandungan nitrogen sebagai nutrisi bagi mikroorganisme.

Saran

Perlu dilakukan uji lebih lanjut mengenai kandungan nitrogen dalam saponin *Sapindus rarak* yang dapat dimanfaatkan sebagai nutrisi oleh mikroorganisme.

DAFTAR PUSTAKA

- Abaouseoud M, Maachi R, Amrane A, Boudergua S, Nabi A. 2008. *Evaluation of Different Carbon and Nitrogen Sources in Production of Biosurfactant by Pseudomonas fluorescens*. Desalination 223: 143-151.
- Aguado R, Olazar M, Gaisan B, Prieto R, Bilbao J. 2003. *Kinetics of Polystyrene Pyrolysis in a Conical Spouted Bed reactor*. Chem Eng. J. 92: 91-99.
- Arandes JM, Erena J, Azkoiti MJ, Olazar M, Bilbao J. 2003. *Thermal Recycling of Polystyrene and Polystyrene-butadiene Dissolved in A Light Cycle Oil*. J. Anal. Appl. Pyrolysis. 70:747-760.
- Banat IM. 1995. *Characteristics of Biosurfactants And Their Use In Pollution Removal-state of Art*. Acta Biotechnol, 15: 251-267.
- Beal R, Beets WB. 2000. *Role of Rhamnolipid Biosurfactants In The Uptake And Mineralization Of Hexadecane in Pseudomonas aeruginosa*. J. Appl. Microbiol 89: 158-168.
- Boundy RH, Boyer RF. 1952. *Styrene, Its Polymers, Copolymers and Derivatives*. Van Nostrand Reinhold, New York.
- Bryant MP. 1973. *Nutritional Requirements of The Predominant Rumen Cellulolytic Bacteria*. Federation Proc. 32:1809-1813.
- Budiastuti H. 2004. *Degradasi Naphtalena dengan Menggunakan Pseudomonas sp. HB*. Jurnal Sains dan Teknologi. Vol. 3 No.2: 23-28.
- Chanda M, Roy SK. 2006. *Plastic Technology Handbook*. CRC Press. London, New York.
- Cheeke PR, Shull LR. 1985. *Natural Toxicants In Feed And Poisonous Plants*. AVI Publishing Company Inc. Westport.
- Christopher M. Byrne, Scott D. Allen, Emil B. Lobkovsky, and Geoffrey W. Coates. 2004. *Alternating Copolymerization of Limonene Oxide and Carbon Dioxide*. JACS Communication. Vol. 126, No. 37:11404-11405.
- Cooper DG, MacDonald CR, Duff SJB, Kosaric N. 1981. *Enhanced Production of Surfactin from Bacillus subtilis by Continuous Product Removal and Metal Cation Additions*. Appl. Environ. Microbiol. 42:408-412.

- Desai JD, Banat IM. 1997. *Microbial Production of Surfactants and Their Commercial Potential*. Microbiol. Review: 47-64.
- Frautz. 1986. Factor Influencing the Economics of Biosurfactant. Biotechnol. Lett. 11:757-584.
- Haba E, Espuny MJ, Busquets M, Manresa A. 2000. *Screening and Production of Rhamnolipids by Pseudomonas aeruginosa 47T2 NCIB 40044 From Waste Frying Oils*. J. Appl. Microbiol. 88:379:387.
- Halim HS, Amin MB, Maadhah AG. eds. 1992. *Handbook of Polymer Degradation*. Marcell Dekker, New York.
- Hendrick AL, Dekrij A, Moore RE. 1996. *Vynil Estr Linings Protect FGO Systems*. Corroton 96, paper no 463. Nace International, Coference Div. Houston, Texas.
- Hristov AN, Grandeen KL, Roop JK, Greer D. 2004. *Effect of Grain Type and Yucca schidigera- based surfactant on ammonia utilization in vitro and in situ degradability of corn grain*. Anim. Fees Sci. Technol. 115: 341-355.
- Kaminsky W, Kim SJ. 1999. *Pyrolysis of Mixed Plastic Into Aromatics*. J. Anal. Appl. Pyrolysis 51:127-134.
- Karaduman A, Çiçek B, Im Ek, Bilgesü AY. 2001. *Flash Pyrolysis of Polystyrene Wastes in A Free-fall Reactor Under Vaccum*. Journal of Analytical and Applied Pyrolysis. Vol 60 Issue 2:179-186.
- Kim HS, Yoon BD, Choung DH, Katsurazi T, Oh HM, Yani T. 1999. *Characterization of A Biosurfactant Mannosyllerythitolipid Produced From Candida sp. SY 16*. Applied Microbiol. Iotechnol, 52: 713-721.
- Kim JH, Chang EJ, Oh H. 2005. *Saponin Production in Submerged Adventitious Root Culture Panax ginseng As Affected by Culture Conditions And Elicitors*. Asia Pasific Journal of Molecular Biology and Biotechnology. Vol 13(2): 87-91.
- Kiran N, Ekinci E, Snape CE. 2000. *Recycling Plastics Via Pyrolysis*. Res. Conserve. Recycl 29:273-283.

- Kurihara Y, Takechi T, Shibata F. 1978. *Relationship Between Bacteria And Ciliate Protozoa In The Rumen Of Sheep Fed On Purified Diet*. J. Agric. Sci (Camb) 90:33-381.
- Kuryla WC, Papa AJ. eds. 1973. *Flame Retardancy of Polymeric Materials*. Vol 3. Marcell Dekker. New York.
- Lee G, Kim J, Song P, Kang Y, Choi M. 2002. *Decomposition Characteristics of Residue from The Pyrolysis of Polystyrene Waste in Fluidized-bed Reactor*. Journal Korean Journal of Chemical Engineering. Volume 20 Number 1: 133-137.
- Lilac WD, Lee S. 2001. *Kinetics and Mechanisms of Styrene Monomer Recovery from Waste Polystyrene by Supercritical Water Partial Oxidation*. Adv. Environ. Res 6: 9-16.
- Makkar RS, Cameotra SS. 2002. *An Update On The Use of Unconventional Substrates For Biosurfactant Production And Their New Applications*. Applied Microbiol. Biotechnol 58: 428-434.
- Moussa T, Ahmed G, Abdel-hamid S. 2006. *Optimization of Cultural Condition for Biosurfactant Production from Nocardia amarae*. J. Applied Science Research, 2(11): 844-850.
- Palazon J, Cusido RM, Bonfil M, Mallol A, Moyamo E, Marales C, Pinol MT. 2003. *Elicitation of Different Panax Ginseng Transformed Root Phenotypes for An Improvement Ginsenoside Production*. Plant Physiology Biochemistry 41: 1019-1025.
- Rashedi H, Jamshidi E, Assadi MM, Bonakdarpour B. 2005. *Isolation and Production of Biosurfactant from Pseudomonas aeruginosa Isolated from Iranian Southern Wells Oil*. Int J. Environ. Sci. Tech. Vol. 2 No. 2:121-127.
- Ron EZ, Rosenberg E. 2001. *Natural Role of Biosurfactants*. Environ. Microbiol. 3:229-236.
- Rosenberg E, Ron EZ. 1999. *High And Low Molecular Mass Microbial Surfactants*. Applied Microbiol. Biotechnol 52: 154-162.

- Shibata F, Myoga K. 1977. *Ladino Clover Saponin: Its Chemical Characteristics Related to Densitometric Assay Method*. J. Japan, Grassi, Sci. 23:60-66.
- Sony Corporate. 2008. *Using Oranges for Styrofoam Recycling*. CX-EYE. Japan.
- Thalib A. 2004. *Uji Efektivitas Saponin pada Buah Sapindus rarak sebagai Inhibitor Metanogenesis secara In Vitro pada Sistem Pencernaan Rumen*. JITV 9 (3):164-171.
- Suherman D, Hamid H, Winugroho M, Sabrani M. 1994. *Buah Lerak (Sapindus rarak) dan Proses Pemanfaatannya pada Ruminan*. Pros. Seminar nasional Hasil-Hasil Penelitian. Sub-Balitnak Klepu. Semarang, 8-9 Februari 1994. Hal 645-655.
- Ward PG, Goff M, Donner M, Kaminsky W, O'Connor KE. 2006. *A Two Step Chemo-Biotechnological Conversion of Polystyrene to a Biodegradable Thermoplastic*. Environ.Sci. Technol, 40:2433-2437.
- de Roo G, O'Connor KE. 2005. *Polyhydroalkanoate Accumulation From Styrene And Phenylacetic Acid by Pseudomonas putida CA-3*. Appl. Environ. Microbiol. 71:2046-2052.
- Williams P, Williams A. 1999. *Product Composition from The Fast Pyrolysis of Polystyrene*. Journal Environment Technology. Vol 20 No 11:1109-1118.
- Wina E, Muetzel S, Becker K. 2006. *Effect of Daily and Internal Feeding of Sapindus rarak Saponins on Protozoa, Rumen Fermentation Parameters and Digestibility in Sheep*. Asian-Aust. J. Anim. Sci. Vol. 19. No. 11:1580-1587.
- Wong HC, Chin Hong Lim, Nolem GC. 1997. *Design of Remediation Systems*. Lewis Publishers. New York.
- Yu Mee K, Byoung TY, Seong BK, Sang BL, dan Myoung JC. 2003. *Effect of Variation of Molecular Weight for the Pyrolysis of Polystyrene*. Hwahak Konghak. Vol. 41 No. 3 :377-381.
- Zhang Z, Hirose T, Nishio S, Morioka Y, Azuma N, Ueno A. 1995. *A Chemical Recycling of Waste Polystyrene Into Styrene Over Solid Acids And Bases*. Ind. Eng. Chem. Res 34:4514-4519.

Zhang YH, Zhong JJ, Yu JT. 1996. *Effect of Nitrogen Source on Cell Growth And Production of Ginseng Saponin And Polysaccharide in Suspension Cultures of Panax notoginseng*. Biotechnology Progress 12:567-571.

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

Ketua Kelompok:

Nama Lengkap : Pratiwi Eka Puspita
Tempat, tanggal lahir : Temanggung, 22 Februari 1989
Alamat : Jl. Babakan Raya V
Departemen : Teknologi Industri Pertanian
Fakultas : Teknologi Pertanian
Penghargaan yang pernah diraih :
a. Juara 3 Ristek Universitas Diponegoro
b. Juara 2 FSKMTI

Anggota Kelompok:

Nama Lengkap : Agus Faisal
Tempat, tanggal lahir : Sidoarjo, 14 Agustus 1987
Alamat : Jl. Babakan Raya V
Departemen : Teknologi Industri Pertanian
Fakultas : Teknologi Pertanian
Penghargaan yang pernah diraih :
a. Juara 3 Lomba 5 Bidang Studi Ebtanas Propinsi Jawa Timur
b. Juara 1 Lomba Paduan Suara Pekan Seni Pelajar Jawa Timur
c. Juara 2 Lomba Nasyid Tingkat Kabupaten Sidoarjo

Nama Lengkap : Denok Monda Hero N
Tempat, tanggal lahir : Magelang, 17 November 1987
Alamat : Jl. Meranti Bok D4 No. 6 Taman
Pagelaran, Ciomas, Bogor
Departemen : Teknologi Industri Pertanian
Fakultas : Teknologi Pertanian
Penghargaan yang pernah diraih :
a. Penyaji Terbaik ke-3 PIMNAS XXI Tahun 2008 Bidang PKMM