



**LAPORAN AKHIR  
PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA**

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

**BIDANG KEGIATAN :  
PKM PENELITIAN**

Disusun Oleh :

Erika Febriananto	G84090026	2009
Andi Arya Fajar Art C	G34090030	2009
Dwi Ayu Setianingrum	G84100013	2010
Nur Hasanah	G84100025	2010
Rachmawati Nur Fitriana	G84100041	2010

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2013**

## HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Kegiatan : Upaya Pemanfaatan Limbah *Styrofoam* Untuk Produksi Biosurfaktan Oleh *Pseudomonas aeruginosa* Dengan Penambahan Saponin dari *Sapindus rarak*
2. Bidang kegiatan :  PKM-P       PKM-K       PKM-KC  
 PKM-T       PKM-M
3. Ketua Pelaksana Kegiatan
  - a. Nama Lengkap : Erika Febriananto
  - b. NIM/NRP : G84090026
  - c. Jurusan : Biokimia
  - d. Universitas/Institut : Institut Pertanian Bogor
  - e. Alamat Rumah/ Hp : Jalan Babakan Tengah No.6, Dramaga/ 08563500489
  - f. Alamat Email : erikafebri.biochem46@gmail.com
4. Anggota Pelaksana Kegiatan : 4 orang
5. Dosen Pendamping
  - a. Nama Lengkap dan Gelar : Dr.Syamsul Falah S.Hut., M.Si.
  - b. NIDN : 0005037012
  - c. Alamat Rumah/ No, Hp : Jl, Abesin Gg. Langgar II No. 28 RT 02 RW 04, Bogor Tengah. Bogor/081210832207
6. Biaya Kegiatan Total
  - a. DIKTI : Rp. 8.100.000,00
  - b. Sumber lain : -
7. Jangka Waktu Pelaksanaan : 4 Bulan

Bogor, 21 Juli 2013

Menyetujui,  
Ketua Departemen Biokimia



Dr. Ir. I Made Artika, M.App Sc  
NIP.19630117 198903 1 000

Wakil Rektor Bidang Akademik  
dan Kemahasiswaan

Prof. Dr. Ir. Yonny Koesmaryono, MS  
NIP. 19581228 198503 1 003

Ketua Pelaksana



Erika Febriananto  
NIM. G84090026

Dosen Pendamping



Dr. Syamsul Falah, S.Hut., M.Si  
NIDN.0005037012



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

**Erika Febriananto<sup>1)</sup>, Andi Andi Arya Fajar Art<sup>1)</sup>, Dwi Ayu Setianingrum<sup>1)</sup>,  
Nur Hasanah<sup>1)</sup>, Rachmawati Nur Fitriana<sup>1)</sup>, Syamsul Falah<sup>1)</sup>**

<sup>1)</sup>Departemen Biokimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,  
Institut Pertanian Bogor

**ABSTRAK**

Pemanfaatan *styrofoam* yang luas menjadi permasalahan bagi lingkungan berupa pencemaran. Metode alternatif dalam mengolah limbah *styrofoam* melalui metode pirolisis yang menghasilkan minyak stirena yang kaya karbon. Monomer stirena tersebut dapat diuraikan oleh mikroba pendegradasi hidrokarbon untuk sintesis biosurfaktan dengan penambahan saponin dari *Sapindus rarak*. Penelitian ini bertujuan memanfaatkan limbah *styrofoam* untuk menghasilkan biosurfaktan dengan penambahan saponin dari *Sapindus rarak*. Ekstraksi saponin buah lerak menggunakan metode maserasi dengan pelarut metanol (1:4). Ekstraksi dilakukan dua tahap dengan rendemen pertama sebesar 43.4978% dan rendemen yang kedua sebesar 42.0178%. Lerak juga mengandung nitrogen sebesar 3.41%. Pirolisis yang dilakukan diawali dengan membuat serbuk *styrofoam* dan dimasukkan ke perangkat pirolisis. Rendemen dari pirolisis *styrofoam* yang diperoleh sebesar 3.7%. Fermentasi dilakukan dengan substrat minyak stiren dan saponin lerak dengan variasi konsentrasi 0.5%, 1.5%, 2.5%, dan 3.5%. Selama inkubasi, dilakukan analisis OD dan pH media untuk mengetahui waktu pertumbuhan optimum. Waktu optimumnya terjadi pada hari ke-4 sampai hari ke-8. Konsentrasi biomassa maksimum selama proses fermentasi, yaitu 3.5 g/L yang diperoleh pada sampel dengan konsentrasi stiren dan saponin 3.5%. Serta aktivitas emulsifikasi yang paling baik adalah sampel dengan konsentrasi 3.5% memiliki aktifitas pada minyak sayur (33.33%) dan (41.66%) pada solar. Sehingga konsentrasi substrat 3.5% memberikan kondisi produksi biosurfaktan terbaik.

Kata kunci: Biosurfaktan, *Sapindus rarak*, *Styrofoam*.

## I. PENDAHULUAN

### Latar Belakang Masalah

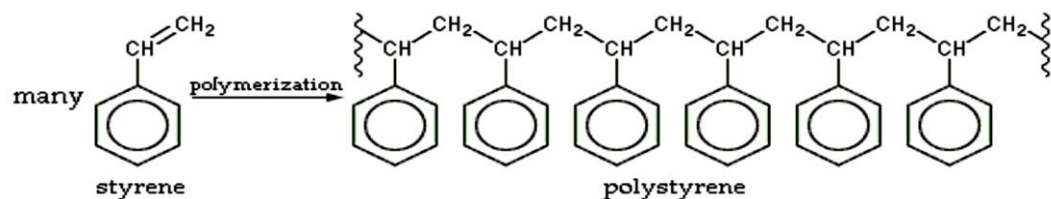
*Styrofoam* merupakan salah satu material pengemasan yang banyak dimanfaatkan dalam industri karena karakteristik bahan *styrofoam* yang lebih unggul dibandingkan bahan kemasan lainnya. Menurut Boundy & Boyer (1952), bahan pengemas *styrofoam* (*polystyrene*) memiliki beberapa sifat, antara lain: kaku, jernih (bersih), tidak mudah rapuh, tidak berasa, tidak berbau, isolator, resisten terhadap air, dan teknologi prosesnya yang mudah.

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%) menyebabkan menumpuknya sisa hasil pemakaian berupa limbah (Chanda & Roy 2006). Misalnya, tahun 2000, di US terdapat produksi *styrofoam* hingga 3 juta per tahunnya. Limbah yang dihasilkan, hanya 1% yang mengalami *recycle* sementara 2.3 juta limbahnya ditimbun dalam tanah (Ward *et al.* 2006). Chanda dan Roy (2006) mengemukakan mengenai sifat *styrofoam* yang sangat sulit diurai oleh mikroorganisme sehingga bahan *styrofoam* termasuk jenis bahan *non-biodegradable*.

Metode alternatif yang lebih aman dalam mengolah limbah *styrofoam* adalah memecah material polimer menjadi monomer-monomernya melalui pemanasan suhu tinggi tanpa oksigen dan dikenal dengan istilah pirolisis. Hasil akhir hasil pirolisis berupa zat cair (*liquid*) sehingga resiko kontaminasinya rendah (Hendrik *et al.* 1996). Oleh karena itu, cara ini dianggap lebih aman dibandingkan cara-cara konvensional.

Pirolisis polistirena menghasilkan minyak stirena yang komponen utamanya adalah monomer-monomer stirena (Gambar 1). Monomer-monomer stirena tersebut dapat diuraikan oleh mikroba pendegradasi hidrokarbon (Ward *et al.* 2006). Mikroba yang umum dimanfaatkan dalam penguraian monomer stirena 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 (Banat 1997). Misalnya pada industri makanan, minyak, kosmetik, dan farmasi. Pada industri minyak, biosurfaktan dapat menurunkan tegangan permukaan minyak sehingga dapat meningkatkan volume produksi minyak (Cameotra 2002) serta digunakan dalam aktivitas remediasi (Rosenberg 2001). Sehingga biosurfaktan sangat prospektif untuk dikembangkan. *Pseudomonas sp.* yang dikultivasi pada substrat stirena diberikan perlakuan optimal untuk mendapatkan bioproduk baru yang bernilai ekonomi semisal biosurfaktan.



Gambar 1 Stirena sebagai penyusun polistirena (Damayanthi dan Martini 2010)

Sumber karbon dan nitrogen bagi kebutuhan nutrisi mikroorganisme hendaknya berasal dari bahan baku yang murah untuk meminimalkan biaya produksi. Monomer stirena merupakan senyawa hidrokarbon aromatik yang kaya akan gugus karbon (Lee *et al.* 2002). Dengan demikian, stirena dapat digunakan sebagai sumber penyedia karbon untuk katabolisme energi. Sementara itu, sedikit nitrogen harus ditambahkan dari lingkungan karena stirena tidak memiliki nitrogen dalam gugus ikatan atomnya. Sumber nitrogen meliputi: amonium nitrat, amonium klorida, atau natrium nitrat. Selain itu, ada sumber nitrogen lain untuk nutrisi mikroba, yaitu saponin yang berasal dari tanaman lokal Indonesia, *Sapindus rarak*, (Wina *et al.* 2006) dan juga digunakan sebagai pengemulsi minyak stirena.

### **Perumusan Masalah**

Jumlah limbah styrofoam yang semakin bertambah membuat masalah tersendiri pada kondisi lingkungan. Sifat styrofoam yang *non-degradable* akan mudah digunakan ulang (*recycle*) dengan merubah bentuk fisiknya menjadi cairan *styrene* melalui pirolisis. 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 persentasi rendemen bioproduk yang tinggi. Selain itu, belum banyak pula penelitian yang membahas tentang penambahan saponin untuk memenuhi kebutuhan nitrogen dan pengemulsi pada fermentasi mikroorganisme. Padahal, saponin adalah senyawa yang di dalamnya terkandung sumber nitrogen sehingga pemanfaatan limbah styrofoam sebagai sumber karbon dan buah lerak sebagai sumber nitrogen pada pembuatan biosurfaktan perlu dilakukan.

### **Tujuan**

Penelitian ini bertujuan memanfaatkan limbah *styrofoam* untuk menghasilkan biosurfaktan dengan penambahan saponin dari *Sapindus rarak*.

### **Luaran yang Diharapkan**

Penelitian ini diharapkan menjadi sumber informasi penting dalam bentuk jurnal ilmiah atau artikel ilmiah dalam bidang matematika dan ilmu pengetahuan alam tentang pemanfaatan limbah *styrofoam* dan buah lerak untuk menghasilkan biosurfaktan.

### **Kegunaan**

Penelitian ini bisa bermanfaat dalam menangani limbah *styrofoam* yang menimbulkan dampak negatif bagi pencemaran lingkungan melalui tahapan pirolisis polistirena dan menghasilkan biosurfaktan yang bernilai ekonomis dari hasil fermentasi *Pseudomonas aeruginosa* pada substrat stirena yang kaya karbon.

## **II. TINJAUAN PUSTAKA**

### **Biosurfaktan**

Kegiatan eksplorasi, eksploitasi, transportasi dan konsumsi minyak bumi memungkinkan terjadinya tumpahan dan pembuangan yang memicu pelepasan polutan hidrokarbon ke alam yang menyebabkan permasalahan lingkungan (Okonkwo 1984; Rhodes dan Hendricks 1990; Oluwole *et al.* 2005; Okoh 2006

dalam Obayori 2009). Polutan minyak tidak hanya bersifat toksik, karsinogenik terhadap komponen biologi di lingkungan. Metode pengolahan secara fisik dan kimia untuk mereduksi polutan hidrokarbon sangat mahal, membutuhkan waktu yang lama, dan tidak ramah lingkungan (Mandri dan Lin 2007; Van Hamme *et al* 2003). Oleh karena itu, biodegradasi adalah pilihan metode yang cukup menjanjikan dalam menyisihkan polutan hidrokarbon di lingkungan (Obayori 2009).

Secara umum penambahan biosurfaktan adalah salah satu strategi dalam mempercepat degradasi senyawa hidrofobik (Obayori 2009). Biosurfaktan adalah hasil ekskresi mikroba yang memiliki sifat mirip dengan surfaktan (Thavasi 2009). Karakteristik surfaktan yang mampu berfungsi sebagai detergen, pengemulsi, *foaming*, dan pendispersi, menjadikan biosurfaktan banyak digunakan dalam proses kimia (Desai dan Banat 1997). Biosurfaktan dan pengemulsi sering digunakan dalam berbagai industri seperti kosmetik, farmasi, petrokimia, makanan dan minuman, tekstil, sabun, pertambangan dan manufaktur, serta berpotensi untuk *crude oil recovery* dan bidegradasi pada limbah cair yang terkontaminasi minyak (Banat 1997; Christofi & Ivshina 2002). Penambahan biosurfaktan terbukti mampu meningkatkan efisiensi degradasi hidrokarbon, karena biosurfaktan dapat meningkatkan kelarutan minyak dalam air.

### ***Styrofoam***

*Styrofoam* masih tergolong plastik karena terbuat dari Polistirena. Bahan yang lebih dikenal sebagai gabus ini memang praktis, ringan, relatif tahan bocor dan bisa menjaga suhu makanan dengan baik. Inilah yang membuat bahan ini amat disukai dan banyak dipakai, termasuk dalam industri makanan instan. Namun bahan ini sebenarnya tak kalah berbahaya dengan plastik.

Hasil survei di AS tahun 1986, 100% jaringan lemak orang Amerika mengandung stirena yang berasal dari *styrofoam*. Bahkan pada penelitian 2 tahun berikut, kandungan stirena sudah mencapai ambang batas yang bisa memunculkan gejala gangguan syaraf. Sebuah studi di New Jersey, AS, menemukan bahwa 75% ASI mengalami kontaminasi stirena yang berasal dari konsumsi ibu yang menggunakan wadah *styrofoam*. Pada ibu-ibu yang mengandung, stirena juga bisa bermigrasi ke janin melalui plasenta.

Dampak jangka panjang dari menumpuknya stirena di dalam tubuh adalah gejala saraf seperti kelelahan, *nervous*, sulit tidur, dan anemia. Pada anak, selain menyebabkan kanker, sekian tahun kemudian stirena juga menyerang sistem reproduksinya. Kesuburan menurun, bahkan mandul. Anak yang terbiasa mengkonsumsi stirena juga bisa kehilangan kreatifitas dan pasif.

Plastik hasil sintesis bersifat *non-biodegradable* di lingkungan alaminya disebabkan oleh kompleksitas strukturnya, bobot molekular tinggi dan hidrofobik (Schlemmer *et al.* 2009; Rahmat *et al.* 2009). Polistirena merupakan plastik yang bersifat kaku (*rigid*) dimana biasanya secara umum digunakan sebagai bahan pengemas (Khaksar dan Khansari 2009).

### **Lerak (*Sapindus rarak*)**

Lerak merupakan tumbuhan yang berasal dari Asia Tenggara yang dapat tumbuh dengan baik pada hampir segala jenis tanah dan keadaan iklim, dari dataran rendah sampai pegunungan dengan ketinggian 450-1500 m di atas

permukaan laut. Umumnya pengembangbiakan lerak dilakukan melalui penanaman biji. Perbanyakkan dengan stek tidak menunjukkan hasil yang memuaskan (Afriastini 1990).

Daging buah lerak banyak mengandung air, mempunyai rasa pahit dan beracun. Tiap buah mempunyai satu biji yang berkulit keras dan berwarna hitam yang mengkilat dengan diameter  $\pm 1$  cm (Backer dan Brink 1965). Menurut Heyne (1987), buah lerak terdiri dari 75% daging buah dan 25% biji *Sapindus mukorossi* yang juga disebut buah lerak mengandung saponin sekitar 38% (Burkill 1966).

Tanaman lerak sering disebut raksasa rimba, karena memiliki pohon yang tinggi dan besar. Terkadang ditanam untuk diambil buahnya saja. Menurut penduduk, kayunya tidak keras dan cepat rusak oleh serangga (Wina *et al.* 2005), sehingga digunakan hanya sebagai hiasan, bukan bahan konstruksi (Siregar 1995). Bentuk buah bundar seperti kelereng kalau sudah tua atau masak, warnanya coklat kehitaman, permukaan buah licin atau mengkilat, bijinya bundar berwarna hitam. Daging buah sedikit berlendir dan aromanya wangi (Plantus, 2008 ; Wardiyono, 2007).

Senyawa aktif yang telah diketahui dari buah lerak adalah senyawa-senyawa dari golongan saponin dan sesquiterpene (Wina *et al.*, 2005b). Saponin didefinisikan sebagai senyawa aktif permukaan yang kuat dan menimbulkan busa bila dikocok dalam air dan pada konsentrasi rendah sering menyebabkan hemolisis sel darah merah. Kadar saponin dalam buah lerak dapat dikategorikan cukup tinggi, yaitu mencapai 12-15% (Nunik, 1998 ; Thalib, 2004), dan kadarnya akan menjadi dua kali lebih tinggi bila diekstraksi dengan methanol (Thalib *et al.*, 1994b), bahkan dapat mencapai kadar saponin 81,47% (Suharti *et al.*, 2009).

### III. METODE PENDEKATAN

#### Ekstraksi Saponin Buah Lerak dan Pirolisis Styrofoam

Styrofoam yang telah kering dicacah menjadi serbuk kemudian dimasukkan ke alat pirolisis. Gas hasil pirolisis yang terkondensasi akan menghasilkan cairan pirolisis yang mengandung minyak stirena. Selanjutnya diikuti ekstraksi saponin buah lerak menggunakan pelarut metanol. Buah lerak dikeringkan selama 30-36 jam ( $45^{\circ}\text{C}$ ), setelah itu dikeringkan dengan menggunakan oven ( $60^{\circ}\text{C}$ ). Buah lerak yang sudah kering digiling dan dimaserasi dengan perbandingan tepung lerak metanol 1:4. Hasil maserasi disaring dengan menggunakan kertas saring, kemudian supernatan yang dihasilkan dikeringkan menggunakan rotavapor dan agar menjadi bubuk menggunakan alat *freeze dry*.

Ekstrak saponin yang diperoleh diuji secara kualitatif untuk membuktikan kandungan saponin di dalamnya. Sebanyak 2.5 gram sampel dididihkan dalam 50 mL aquades selama 5 menit, kemudian disaring dalam keadaan panas. Larutan diambil sebanyak 5 mL kemudian ditambahkan dengan 2.5 mL larutan KOH alkohol 0.5 mol/L, selanjutnya dikocok kuat secara vertikal selama 10 detik. Jika terbentuk busa setinggi 1-10 cm yang stabil sekitar 10 menit dan tidak hilang pada penambahan setetes HCl 2 N menunjukkan adanya saponin.

#### Fermentasi Biosurfaktan

Media fermentasi ditambah sumber karbon berupa stirena yang dibuat dengan konsentrasi sumber karbon bervariasi, yaitu 0.5%, 1.5%, 2.5%, dan 3.5%

(v/v) sehingga diperoleh 4 macam media dengan konsentrasi sumber karbon berbeda-beda. Begitu juga dengan penambahan sumber nitrogen dari ekstrak saponin menggunakan konsentrasi yang sama. Disterilisasi kemudian media yang telah disterilisasi ditambahkan *starter* (10% (v/v)). Fermentasi dilakukan selama 10 hari dengan pengambilan sampel tiap 24 jam. Analisis fermentasi berupa analisis pertumbuhan mikroba, pH media, bobot biosurfaktan, dan kadar biosurfaktan, serta indeks emulsifikasi.

### **Pertumbuhan Mikroba dan Analisis pH Media Fermentasi**

Pertumbuhan mikroba diuji dengan metode tidak langsung, yaitu dengan metode spektrofotometri. Meningkatnya turbiditas suatu kultur merupakan indikasi pertumbuhan. Turbiditas diukur dengan panjang gelombang 660 nm. Pengukuran pH dilakukan dengan menggunakan pH meter, dengan cara mencelupkan elektroda pH meter ke dalam sampel media fermentasi.

### **Analisis Bobot Biosurfaktan dan Total Biomassa**

Cairan fermentasi sebanyak 1 mL disentrifugasi selama 10 menit pada kecepatan 11.000 rpm, 4°C selama 20 menit. Supernatan yang diperoleh lalu diasamkan dengan HCl 10% sampai pH 2 dan disimpan pada suhu 4°C selama 24 jam. Endapan diperoleh setelah dilakukan sentrifugasi pada kecepatan 11.000 rpm pada suhu 4°C selama 20 menit, selanjutnya endapan dikeringkan dalam oven suhu 65°C sampai bobot konstan. Bobot biosurfaktan dihitung.

### **Uji Emulsifikasi Biosurfaktan**

Biosurfaktan terpurifikasi dan sampel minyak dicampurkan ke dalam tabung reaksi kering dengan perbandingan 1:1. Sampel yang digunakan adalah minyak sayur dan solar. Setelah itu dilakukan pengocokan menggunakan vorteks selama 2 menit dan dibiarkan hingga stabil selama 24 jam. Sebagai kontrol positif adalah *tween* 20 dan kontrol negatif adalah akuades yang masing-masing juga ditambahkan sampel minyak dengan perbandingan 1:1. Indeks emulsifikasi ditetapkan dengan membagi tinggi lapisan larutan minyak teremulsi dengan tinggi kolom total larutan kemudian dikalikan 100 %.

## **IV. PELAKSANAAN PROGRAM**

### **Tempat dan Waktu**

Program ini dilaksanakan selama 4 bulan dari bulan April sampai dengan Juli 2013. Tempat pelaksanaan program ini di Laboratorium penelitian Biokimia, Departemen Biokimia, FIMPA, IPB dan PAU IPB.

### **Realisasi Tahapan Pelaksanaan**

Kegiatan	Bulan ke-			
	1	2	3	4
Studi Pustaka	■	■	■	■
Pembelian alat dan bahan	■			
Pirolisis <i>styrofoam</i>		■		
Isolasi saponin <i>Sapindus rarak</i>		■		
Produksi biosurfaktan			■	



Analisis <i>Optical density</i> (OD)										
Analisis pH media fermentasi										
Analisis produk dan uji emulsifikasi										
Pembuatan laporan										

### Instrumen Pelaksanaan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah HPLC, GC-MS, *hammer mill*, perangkat pirolisis, mesin sentrifugasi, oven, tanur, alat *freeze dry*, rotavapor, fermentor, toples, blender, *shaker*, kertas saring, cawan porselin, *thermostat*, inkubator, *laminar air flow*, jarum ose, *shaker* orbital, neraca analitik, spektrofotometer UV-Vis, tabung *eppendorf*, sentrifus klinis, mikropipet, bunsen, desikator, dan peralatan gelas serta peralatan untuk analisis nitrogen.

### Rancangan dan Realisasi Biaya

#### Rancangan Biaya:

Diusulkan ke Dikti Rp. 8.092.500

**Disetujui Dikti Rp. 8.100.000**

#### Realisasi Biaya:

Bahan Penelitian Rp. 2.060.000

Peralatan Rp. 2.210.000

Analisis dan Sewa Laboratorium Rp. 2.500.000

Transportasi dan Dokumentasi Rp. 400.000

Pembuatan Laporan Rp. 120.000

**Jumlah Realisasi Biaya: Rp 7.290.000**

## V. HASIL DAN PEMBAHASAN

### Ekstraksi Saponin Buah Lerak dan Pirolisis *Styrofoam*

Buah lerak dibuat simplisia kering dan digiling sampai ukuran 50 *mesh*. serbuk lerak kemudian diekstrak saponinnya menggunakan pelarut metanol (1:4) dengan 2 kali ulangan. Pelarut dihilangkan dengan *rotary evaporator* dan kemudian dilakukan *freeze dry* untuk menghilangkan sisa pelarut. Hasil ekstrak saponin yang diperoleh berwarna kuning kehijauan dengan nilai rendemen pertama sebesar 43.4978% dan rendemen yang kedua 42.0178%. Rendemen ekstrak saponin yang diperoleh dapat dikategorikan sangat tinggi. Hal ini mengacu pada penelitian sebelumnya yaitu penelitian Nunik (1998) dan Thalib (2004) menyatakan bahwa kadar saponin dalam buah lerak dapat dikategorikan cukup tinggi, yaitu mencapai 12-15% sedangkan menurut Sunaryadi (1999) mengandung saponin total hasil ekstraksi tanaman lerak banyak terdapat di bagian daging buah yaitu sekitar 48,87%.

Selain pengukuran rendemen ekstrak, dilakukan pula pengujian kadar nitrogen dengan 2 kali pengulangan. Diperoleh hasil dengan kadar nitrogen pertama 4.42% dan kadar nitrogen 4.30% (Tabel 1). Berdasarkan hasil di atas menunjukkan potensi yang luar biasa dari buah lerak untuk digunakan sebagai sumber saponin yang tinggi. Selain itu dari data kadar nitrogen, *Sapindus rarak* dapat digunakan sebagai bahan tambahan nutrien nitrogen selama proses fermentasi untuk mengurangi penggunaan nitrogen komersial.

Istilah pirolisis diartikan sebagai metode untuk memecah material polimer menjadi monomer-monomernya melalui pemanasan suhu tinggi tanpa oksigen.

Tabel 1 Rendemen ekstrak saponin dan kadar nitrogen buah lerak

Ulangan	Bobot serbuk lerak (gram)	Rendemen ekstrak saponin (%)	Kadar nitrogen (%)
1	97.87	43.4978	4.42
2	94.54	42.0178	4.30

Pirolisis dilakukan dengan mencacah *styrofoam* menjadi ukuran yang lebih kecil, kira-kira 10 *mesh* kemudian *styrofoam* diekstrak minyak stirenya dalam alat pirolisis selama 3 jam. Minyak stiren yang diperoleh merupakan asap pembakaran yang terkondensasi melewati kondensor pada perangkat. Bobot serbuk *styrofoam* dalam sekali *running* sebesar 162.11 gram dan menghasilkan minyak stirena sebanyak 6 mL. Berdasarkan data tersebut, rendemen dari pirolisis *styrofoam* yang diperoleh sebesar 3.7%. Hal ini menjadikan metode pendegradasian *styrofoam* melalui pirolisis cukup potensial untuk dikembangkan karena teknologi yang mudah, sederhana, dan mampu mendegradasi *styrofoam* dalam waktu hitungan jam.

### Pertumbuhan Mikroba dan Analisis pH Media Fermentasi

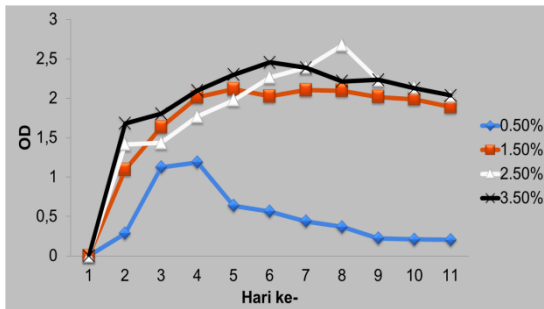
Biosurfaktan merupakan metabolit sekunder yang tidak disintesis sejak awal pertumbuhannya. Analisis awal mengenai pertumbuhan isolat penghasil biosurfaktan perlu dilakukan untuk dapat mengetahui waktu pemanenan yang tepat, sehingga akan diperoleh biosurfaktan dalam jumlah yang optimal. Pertumbuhan mikrob dapat diketahui dengan cara mengukur absorban kultur cair mikrob pada panjang gelombang 660 nm.

Gambar 2 menjelaskan bahwa peningkatan biomassa dengan cepat terjadi pada hari ke 3 dimana fase eksponensial bakteri rata-rata terjadi pada hari ke-3 dan ke-4. kemudian dilanjutkan dengan fase stasioner. Dalam kurva tersebut mikroba tidak mengalami fase lag tetapi langsung ke fase log (fase lag terjadi relative singkat). Fase stasioner terjadi setelah fase log, berdasarkan gambar tersebut konsentrasi 0.5% memasuki fase stasioner pada hari ke-4, 1.5% pada hari ke-5, 2.5% pada hari ke-8, dan 3.5% pada hari ke-6. Pertumbuhan optimum bakteri tercapai setelah inkubasi 4 hari (Gambar 2)

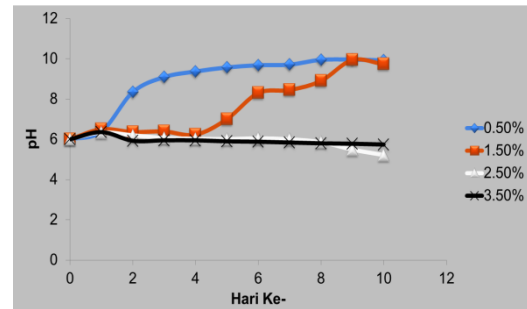
Fase eksponensial (log) merupakan fase pertumbuhan mikrob melalui pembelahan biner. Fase ini terjadi ketika mikrob telah dapat beradaptasi dengan kondisi lingkungan dan mulai menyintesis enzim-enzim yang diperlukan untuk memanfaatkan substrat yang tersedia. Hasil penelitian memperlihatkan nilai OD kultur bakteri yang meningkat sejak awal inkubasi hingga hari ke-8. Peningkatan nilai OD kultur sesuai dengan Hogg (2005) yang menyatakan bahwa populasi sel di dalam media cair dapat meningkat secara konstan apabila mikrob tersebut telah mencapai kondisi yang optimal.

Mikrob memasuki fase stasioner setelah fase eksponensial tercapai. Pada fase ini, kecepatan pembelahan sel dan kematian sel adalah konstan. Menurut Nitschke *et al.* (2010), sintesis metabolit sekunder seperti ramnolipid terjadi setelah sel mencapai fase stasioner ini. Sintesis biosurfaktan dapat berlangsung hingga waktu inkubasi mencapai 144 jam (6 hari).

Media kultur diukur nilai pH-nya setiap hari dengan bantuan pH meter. Nilai pH tersebut juga menunjukkan aktivitas sintesis biosurfaktan. Sintesis biosurfaktan terjadi pada kisaran pH 6-10 (Gambar 3). Seluruh konsentrasi menunjukkan adanya produksi biosurfaktan dengan indikasi pH media kultur.



Gambar 3 Kurva pertumbuhan bakteri selama inkubasi



Gambar 3 pH media pertumbuhan selama inkubasi

Tabel 2 Bobot biosurfaktan dan total biomassa

Konsentrasi (%)	Bobot biosurfaktan (g/L)	Total biomassa (g/L)
normal	0.55	0.5
0.50%	0.5	1
1.50%	1	0.5
2.50%	2	2
3.50%	2.5	3.5

### Analisis Bobot Biosurfaktan dan Total Biomassa

Konsentrasi (bobot biosurfaktan) tertinggi dihasilkan pada konsentrasi minyak stiren dan saponin 3.5%, yaitu sebesar 2.5 g/L hal ini berbeda dengan konsentrasi biosurfaktan yang dihasilkan oleh kelompok normal yaitu hanya menggunakan substrat minyak stiren tanpa penambahan saponin. Biosurfaktan yang dihasilkan dengan penambahan saponin lebih tinggi daripada biosurfaktan yang dihasilkan hanya menggunakan stiren (Tabel 2).

Konsentrasi 3.5% memberikan kondisi lingkungan yang sesuai hal ini dapat dilihat dalam tabel bahwa biomassa yang dihasilkan pada konsentrasi tersebut lebih tinggi daripada yang lain. Menurut Prastikasari (2000), kondisi lingkungan yang sesuai untuk mikroba penghasil biosurfaktan dapat menghasilkan jumlah total biomassa kadar biosurfaktan yang tinggi pula. Sehingga konsentrasi 3.5% merupakan konsentrasi optimum dalam proses fermentasi ini karena dapat memberikan kondisi lingkungan yang sesuai dengan mikroba. Konsentrasi biomassa maksimum selama proses fermentasi, yaitu 3.5 g/L yang diperoleh pada konsentrasi 3.5%.

### Uji Emulsifikasi Biosurfaktan

Uji emulsifikasi digunakan untuk mengetahui kemampuan biosurfaktan meng-emulsikan zat cair yang berbeda kepolarnya. Hasil uji emulsifikasi dinyatakan sebagai indeks emulsifikasi ( $E_{24}$ ). Indeks emulsifikasi berhubungan dengan konsentrasi surfaktan, karena semakin kecil konsentrasi biosurfaktan, kemampuan senyawa tersebut untuk mengemulsifikasi minyak mentah juga semakin berkurang (Walter *et al.* 2010).

Aktivitas emulsifikasi yang baik menurut Lin (1997) berkisar 1 – 2000 mg/L. berdasarkan data tersebut, setiap konsentrasi pada minyak stiren memberikan aktivitas emulsifikasi yang baik pada masing-masing sumber hidrokarbon karena masih dalam rentan 1-2000 mg/L (Lin 1997). Aktivitas

emulsifikasi yang paling baik adalah sampel dengan konsentrasi 3.5% memiliki aktifitas pada minyak sayur (33.33%) dan (41.66%) pada solar.

Tabel 3 Indeks emulsifikasi biosurfaktan

konsentrasi (%)	Solar (%)	minyak sayur (%)
0.5	30.76	33.33
1.5	36.36	30
2.5	38.46	28.57
3.5	41.66	33.33

## VI. KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Buah lerak (*Sapindus rarak*) diekstraksi menggunakan pelarut metanol menghasilkan saponin cukup tinggi yaitu rendemen pertama sebesar 43.4978% dan rendemen yang kedua sebesar 42.0178%. Lerak juga mengandung nitrogen sebesar 3.41%. Berdasarkan hasil di atas menunjukkan potensi yang luar biasa dari buah lerak untuk digunakan sebagai sumber saponin yang tinggi karena saponin mampu mengemulsi minyak stiren saat produksi biosurfaktan. Selain itu dari data kadar nitrogen, *Sapindus rarak* dapat digunakan sebagai bahan tambahan nutrisi nitrogen selama proses fermentasi untuk mengurangi penggunaan nitrogen komersial.

Rendemen dari pirolisis styrofoam yang diperoleh sebesar 3.7%. Hal ini menjadikan metode pendegradasian styrofoam melalui pirolisis cukup potensial untuk dikembangkan karena teknologi yang mudah, sederhana, dan mampu mendegradasi styrofoam dalam waktu hitungan jam.

Konsentrasi biomassa maksimum selama proses fermentasi, yaitu 3.5 g/L yang diperoleh pada sampel dengan konsentrasi stiren dan saponin 3.5%. Serta aktivitas emulsifikasi yang paling baik adalah sampel dengan konsentrasi 3.5% memiliki aktifitas pada minyak sayur (33.33%) dan (41.66%) pada solar.

### Saran

Produksi biosurfaktan perlu dilakukan lagi dengan beberapa optimasi dengan variasi konsentrasi substrat, variasi jumlah inokulum bakteri, dan suhu untuk mengetahui kondisi optimum produksi biosurfaktan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afriastini J J. 1990. *Daftar Nama Tanaman*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Banatin. 1995. Biosurfactant production and possible uses in microbial enhanced oil recovery and oil pollution remediation : a review *Bioresource Technol* 51 :1-12.
- Backer D A dan B V D Brink JR. 1965. *Flora of Java. Vol II*. N. P. Groningen, Netherland: Noordhoff.
- Boundy RH, Boyer RF. 1952. *Styrene Its Polymers, Copolymers and Derivatives*. New York: van nostrand reinhold.
- Burkill L H. 1996. A Dictionary of The Plants Econotmics Product of Malay Peninsula, Vol I. Ministry of Agriculture and Cooperatives, Kuala Lumpur.
- Chanda M, Roy Sk. 2006. *Plastic Technology Handbook*. New York: CRC Press London.

- Desai JD, Banatim. 1997. Microbial production of biosurfactants and their commercial potential. *Microbiol Mol Biol Rev* 61:47-64.
- Damayanthi R., Martini R.. 2010. Proses Pembuatan Bahan Bakar Cair dengan Memanfaatkan Limbah Ban Bekas Menggunakan Katalis Zeolit Y dan ZSM-5. Semarang: Universitas Diponegoro.
- Eubeler JP, Bernhard M, Zok S, Knepper TP. 2009. Environmental biodegradation of synthetic polymers I. Test methodologies and procedures. *Trends. Anal. Chem* 28: 1057-1072.
- Gu JD. 2003. Microbiological deterioration and degradation of synthetic polymeric materials: recent research advances. *Int. Biodeterior. Biodegrad.* 52: 69-91.
- Hendrick AL, Dekrijck A, Moore RE. 1996. *Vinyl Esir Linings Protect FGO Systems*. Corroton 96, paper no 463. Texas: Nace International, Coference Div.
- Heyne K. 1987. Tumbuhan Berguna Indonesia. Vol III. Terjemahan: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Jakarta: Sarana Jaya.
- Hogg S. 2005. *Essential Microbiology*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Ian, Sub-Balitnak Klepu. Semarang, 8-9 Februari 1994. Hlm 645-655.
- Khaksar MR, Khansari MG. 2009. Determination of migration monomer styrene from GPPS (general purpose polystyrene) and HIPS (high impact polystyrene) cups to hot drinks. *Toxic. Mech. Met* 19: 257-261.
- Lin S, Jiang H. 1997. Recovery and purification of the lipopeptide biosurfactant of *Bacillus subtilis* by ultrafiltration. *Biotech Tech* 11:413-416.
- Mandri T., Lin J. 2007. Isolation and characterization of engine oil degrading indigenous microorganisms in Kwazulu-Natal, South Africa. *African Journal of Biotechnology* Vol. 6(1) : 023-027.
- Moen MA, Hammel KE. 1994. Lipid Peroxidation by the Manganese Peroxidase of *Phanerochaete chrysosporium* is the Basis for Phenanthrene Oxidation by the Intact Fungus. *Appl. Environ. Microbiol* 60: 1956-1961.
- Mooney A, Ward PG, O'Connor KE (2006). Microbial degradation of styrene: biochemistry, molecular genetics, and perspectives for biotechnological applications. *Appl. Microbiol. Biotechnol* 72: 1-10.
- Nitschke M, Costa SGVAO, Contiero J. 2010. Structure and application of a rhamnolipid surfactant produced in soybean oil waste. *Appl Biochem Biotechnol* 160:2066-2074.
- Obayori, O.S. (2009). Degradation of hydrocarbons and biosurfactant production by *Pseudomonas* sp. strain LP1. *Microbiol Biotechnol* 25:1615–1623.
- Plantus. 2008. *Sapindus rarak* D.C. [terhubung berkala]. <http://www.proseanet.org>. [14 Oktober 2012].
- Schlemmer D, Sales MJA, Resck IS (2009). Degradation of different polystyrene/thermoplastic starch blends buried in soil. *Carb. Polym* 75: 58-62.
- Siregar I. 1995. Pemanfaatan buah lerak (*Sapindus rarak*) sebagai bahan kolektor pegawantintan (deinking) kertas perkantoran bekas dengan cara foltase. [skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Suharti S, DA Astuti, E Wina. 2009. Peningkatan efisiensi metabolisme rumen dan produktifitas sapi potong serta penekanan emisi gas metan dengan

- saponin ekstrak lerak (*Sapindus rarak*). Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sunaryadi. 1999. Ekstraksi dan isolasi buah lerak (*Sapindus rarak*) serta pengujian daya defaunasinya. Tesis. Program Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Thalib A, D Suherman, H Hamid, M Winugroho dan M Sabrani. 1994. Buah lerak (*Sapindus rarak* D.C) dan prospek pemanfaatannya pada ruminan. Prosiding Seminar Nasional hasil-Hasil Penelitian.
- Thavasi R, Nambaru MS., Jayalakshmi S., Balasubramanian T., Banat I.M. (2009). Biosurfactant Production by *Azotobacter chroococcum* Isolated from the Marine Environment. *Mar Biotechnol* 11:551-556.
- Walter V, Sylatk C, Hausmann R. 2010. Screening concepts for the isolation of biosurfactant producing microorganisms. Di dalam: Sen R, editor. *Advances in Experimental Medicine and Biology*. Volume ke-672. London: Springer Science+Business Media. hlm 1-13.
- Ward PG, Goff M, Donner M, Kaminsky W, O'Connor KE. 2006. A two step chemo-biotechnology conversion of polystyrene to a biodegradable thermoplastic. *Environ Sct. Technol* 4: 2433-2437.
- Wina E, S Muetzel, E Hoffman, HPS Makkar dan K Becker. 2005. Effect of Secondary Compounds in forages on rumen micro-organisms quantified by 16S and 18S RNA. In: Applications of gene-based technologies for improving animal production and health in developing countries. H. P. S. Makkar and G. J. Viljoen (Eds), IAEA-FAO, Springer, Netherlands, pp. 397-410. [14 Oktober 2012].

## LAMPIRAN

### Dokumentasi Kegiatan



Gambar 4 Workshop 105 Inovasi Indonesia



Gambar 6 Proses ekstraksi saponin



Gambar 5 Pelatihan Paten & HaKI



Gambar 7 Proses pirolisis