



## PROGRAM KREATIFITAS MAHASISWA

### PEMANFAATAN EKSPOLISAKARIDA DARI LIMBAH MEDIA KULTUR *Spirulina platensis* SEBAGAI OBAT INFLAMASI

#### BIDANG KEGIATAN : PKM-GT

Diusulkan oleh:

Ketua	:	Hardi Bestura Perkasa	C34080036	2008
Anggota	:	Silvia Handayani	C34080083	2008
		Hana Nurulita Prestisia	C34080053	2008

INSTITUT PERTANIAN BOGOR  
BOGOR  
2011



## HALAMAN PENGESAHAN

**1. Judul Kegiatan** : Pemanfaatan Ekspolisakarida Dari Limbah Media Kultur *Spirulina platensis* Sebagai Obat Inflamasi

**2. Bidang Kegiatan** : ( ) PKM-AI (x) PKM-GT

**3. Ketua Pelaksana Kegiatan**

- a. Nama Lengkap : Hardi Bestura Perkasa
- b. NIM : C34080036
- c. Jurusan : Teknologi Hasil Perairan
- d. Universitas/Institut/Politeknik : Institut Pertanian Bogor
- e. Alamat Rumah dan No Tel./HP : Babakan Lio/085693210750
- f. Alamat email : bestura@gmail.com

**4. Anggota Pelaksana Kegiatan/Penulis** : 2 orang

**5. Dosen Pendamping**

- a. Nama Lengkap dan Gelar : Dr. Ir. Iriani Setyaningsih, MS
- b. NIP : 19600925 198601 2 001
- c. Alamat Rumah dan No Tel./HP : Perumahan Taman Pagelaran Blok A10/25 Bogor/081213423860

Bogor, 4 Maret 2011

Menyetujui

Ketua Departemen  
Teknologi Hasil Perairan

Ketua Pelaksana Kegiatan

(Dr. Ir. Ruddy Suwandi, MS., M.Phil.)  
NIP. 19580511 198503 1 002

(Hardi Bestura Perkasa)  
NIM. C34080036

Wakil Rektor Bidang  
Kemahasiswaan Institut Pertanian Bogor

Dosen Pendamping

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

(Dr. Ir. Iriani Setyaningsih, MS.)  
NIP. 19600925 198601 2 001



## KATA PENGANTAR

Puji syukur Kami panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat rahmat dan karunianya kami dapat menyelesaikan tulisan ini dengan baik. Pada kesempatan kali ini kami mengucapkan terimakasih kepada Dr. Ir. Iriani Setyaningsih, MS. yang telah banyak mengarahkan, membimbing, dan memberikan masukan serta inspirasinya untuk dapat menyelesaikan tulisan ini dengan baik.

Kami berharap semoga tulisan ini dapat memberikan alternatif baru sumber eksopolisakarida sebagai obat luka terbuka yaitu dari limbah media kultur *Spirulina platensis* sebagai anti-inflamasi. Selain itu, pemanfaatan limbah media kultur diharapkan dapat meningkatkan nilai ekonomi limbah media kultur dan mengurangi dampak limbah cair tersebut terhadap lingkungan.

Akhir kata, kami ucapkan terimakasih kepada pihak DIKTI yang telah memberikan kesempatan dan memfasilitasi kami untuk dapat menuangkan ide-ide kreatif ke dalam suatu tulisan yang bermanfaat.

**Bogor, Februari 2011**

**Penulis**



## DAFTAR ISI

<b>Kata Pengantar</b> .....	ii
<b>Ringkasan</b> .....	iv
<b>Pendahuluan</b> .....	1
Latar Belakang .....	1
Tujuan .....	2
Manfaat Penulisan.....	2
<b>Gagasan</b> .....	4
<i>Spirulina platensis</i> .....	4
Eksopolisakarida .....	5
Proses Inflamasi .....	6
Implementasi Antiinflamasi dalam Bentuk Gel.....	8
<b>Kesimpulan</b> .....	9
<b>Daftar Pustaka</b> .....	10

Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Mikroalga <i>Spirulina platensis</i> .....	5
Gambar 2. Proses inflamasi pada kulit.....	7

Hak Cipta Diindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

## RINGKASAN

Mikroalga *Spirulina platensis* merupakan mikroorganisme atau jasad renik dengan tingkat organisasi selnya termasuk ke dalam tumbuhan tingkat rendah, yang kini telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat dalam pengobatan beberapa penyakit. Pengkulturan *Spirulina platensis* tersebut menghasilkan limbah cair berupa media kultur. Limbah cair dalam produksi mikroalga merupakan salah satu faktor yang dapat berdampak negatif bagi lingkungan apabila tidak ditangani dengan baik. Media kultur mikroalga ini mengandung komponen eksopolisakarida yang disekresikan oleh mikroalga.

Eksopolisakarida terlarut (RPS) yang diekresikan oleh filamen cyanobacteria *Spirulina platensis* adalah metabolit primer. Eksopolisakarida dari limbah media kultur *Spirulina platensis* dapat diperoleh dengan cara mengekstraksinya menggunakan metode netralisasi asam (HCl) basa (NaOH) dan dipresipitasi menggunakan etanol. Kelompok eksopolisakarida *Spirulina platensis* merupakan komponen yang dapat berperan sebagai anti-inflamatori.

Antiinflamasi merupakan suatu proses dari penyembuhan luka dimana *chemoattractants*, sitokin, dan komponen pelengkap yang dihasilkan di daerah inflamasi lokal, menyebabkan aktivasi endotelium dan leukosit. Faktor pemicu terutama sitokin mengaktifkan molekul adhesi leukosit yang integrins. Kemudian dalam perekrutan leukosit tergantung pada adhesi yang ketat.

Salah satu bentuk produk dari obat antiinflamasi adalah gel. Gel merupakan sistem penghantaran obat yang paling baik untuk berbagai rute pemberian dan cocok dengan berbagai bahan obat yang berbeda. Gel sangat cocok pada pemakaian di kulit dengan fungsi kelenjar sebaceous yang berlebihan. Setelah kering akan meninggalkan lapisan tipis tembus pandang, elastis dengan daya lekat tinggi, yang tidak menyumbat pori, sehingga tidak mempengaruhi pernafasan kulit. Oleh karena itu, eksopolisakarida yang dihasilkan *Spirulina platensis* dapat digunakan sebagai antiinflamasi dalam penyembuhan luka.



## PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Mikroalga *Spirulina platensis* merupakan mikroorganisme atau jasad renik dengan tingkat organisasi selnya termasuk ke dalam tumbuhan tingkat rendah, yang kini telah banyak dimanfaatkan oleh masyarakat dalam pengobatan beberapa penyakit. Semakin banyak masyarakat yang memanfaatkan mikroalga tersebut maka banyak pengusaha budidaya yang memproduksinya dalam skala besar, seperti pembudidaya asal Jepara, Jawa Tengah yang dapat menghasilkan 120 kg *Spirulina platensis* per bulan. Biomassa sel tersebut diperoleh dari kultivasi *Spirulina platensis* pada 5 buah kolam yang berukuran 20x10 m (Trubus 2010). Namun, produksi *Spirulina platensis* tersebut menghasilkan limbah cair berupa media kultur.

Limbah cair dalam produksi mikroalga merupakan salah satu faktor yang dapat berdampak negatif bagi lingkungan apabila tidak ditangani dengan baik. Jumlah limbah cair tersebut sangat besar dan belum termanfaatkan. Menurut Nicolaus *et al.* 1999, De Philippis *et al.*, (2001), media kultur mikroalga mengandung komponen eksopolisakarida yang disekresikan oleh mikroalga. Eksopolisakarida yang terlarut pada media kultur *Spirulina platensis* masih belum termanfaatkan. Hal ini membuka peluang untuk memanfaatkan komponen yang terlarut pada limbah cair media kultur *Spirulina platensis* secara optimal.

Eksopolisakarida adalah suatu polisakarida yang diproduksi dan diekskresikan keluar sel mikroba (Nicolaus *et al.* 1999). Biasanya eksopolisakarida diperoleh dari biomassa sel suatu mikroorganisme, seperti mikroalga, bakteri, dan fungi (Nicolaus *et al.* 1999). Namun, terdapat kendala dalam memproduksi eksopolisakarida dari biomassa sel. Kendala tersebut adalah jumlah biomassa yang dihasilkan sangat sedikit sehingga jumlah eksopolisakarida yang dihasilkan juga sedikit. Pada pembudidayaan mikroalga *Sprulina*, biomassa sel yang dapat diperoleh berkisar 10-20% berat kering (Sugiyono dan Amini 2008).

Eksopolisakarida yang dihasilkan oleh mikroalga mempunyai prospek untuk diaplikasikan pada spektrum yang luas, seperti di industri makanan,

farmasi, kosmetik, dan sebagai suplemen. Hal ini karena eksopolisakarida bersifat aman dan mudah diterima oleh masyarakat luas serta ekonomis dan berkesinambungan untuk memproduksinya (Borowitzka 1988). Peranan eksopolisakarida di industri makanan adalah sebagai bahan pengental, pengemulsi, flokulasi dan kapasitas pembentuk film (Moreno *et al.* 1998). Dalam bidang farmasi, telah dilaporkan bahwa eksopolisakarida yang dihasilkan mikroalga dapat berperan sebagai anti-inflamasi, antiherpes, antiviral, dan anti-HBV (Arad *et al.* 1985, Huleihel *et al.* 2001).

Menurut Knapp (2003), eksopolisakarida merupakan senyawa yang mampu mempercepat proses pemulihan jaringan yang rusak apabila tubuh mengalami luka, sehingga aplikasi senyawa ini dapat digunakan sebagai obat inflamasi secara topikal sehingga berpotensi dalam penyediaan bahan baku obat yang berbasis alamiah yang bernilai ekonomi tinggi. Formula sediaan eksopolisakarida memiliki prospek yang baik untuk digunakan secara topikal pada luka terbuka. Salah satu formula yang sering digunakan untuk penggunaan topikal yaitu dalam formulasi gel. Gel dapat digunakan sebagai pelunak kulit dan sangat cocok digunakan di daerah yang berambut (Knapp 2003). Oleh karena itu, pemanfaatan eksopolisakarida dari limbah media kultur *Spirulina platensis* sebagai obat luka terbuka adalah alternatif yang potensial untuk dikembangkan.

### Tujuan

Penulisan penulisan gagasan ini bertujuan untuk mengkaji potensi pemanfaatan eksopolisakarida dari limbah media kultur *Spirulina platensis* sebagai alternatif baru sumber obat inflamasi (peradangan) yang ramah lingkungan.

### Manfaat Penulisan

Manfaat penulisan ini adalah memberikan alternatif baru dengan memanfaatkan eksopolisakarida sebagai obat luka terbuka (Trubus 2010). Pemanfaatan eksopolisakarida dari limbah media kultur ini dapat menjadi sumber baru dalam pencarian obat-obat baru yang berperan sebagai anti-inflamasi. *Spirulina* dapat dimanfaatkan lebih optimal, karena limbahnya juga dapat



dijadikan bahan yang bermanfaat. Menurut Roudesli (2009), limbar cair yang dihasilkan setelah pengkulturan *Spirulina platensis* selama 21 hari adalah tertinggi sebesar 210 mg/L, sedangkan untuk biomasnya maksimum perharinya adalah 0.15 g/L/hari. Pemanfaatan limbah media kultur *Spirulina platensis* diharapkan dapat meningkatkan nilai ekonomi limbah media kultur dan mengurangi dampak limbah cair tersebut terhadap lingkungan. Pengolahan dan pemanfaatan limbah cair ini diharapkan dapat mengurangi biaya dalam produksi *Spirulina platensis* yaitu memanfaatkan limbah dengan cara memisahkan eksopolisakaridanya, sehingga diharapkan menciptakan produksi *Spirulina platensis* yang ramah lingkungan.



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.

## GAGASAN

### *Spirulina platensis*

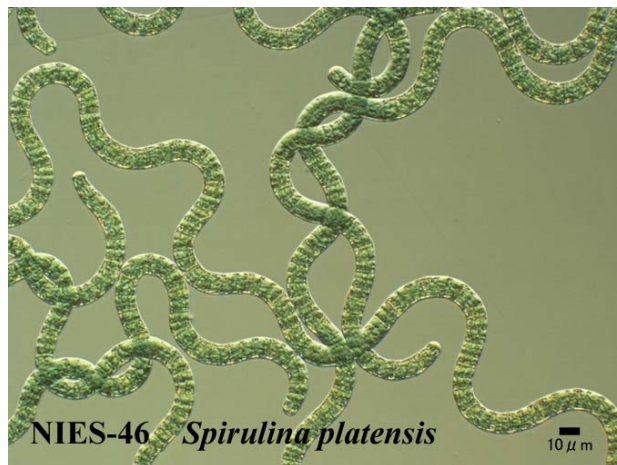
*Spirulina platensis* merupakan mikroalga yang mudah ditumbuhkan, tidak tergantung musim, dan kultivasinya dapat dilakukan pada lahan yang tidak luas. Mikroalga ini mengandung komponen kimia yang lengkap, namun pemanfaatannya belum optimal.

Sel *cyanobacteria* memiliki ciri yang khas yaitu dikelilingi oleh lapisan eksternal *mucilanginous* secara esensial mengandung bahan polisakarida atau dikenal dengan eksopolisakarida. Lapisan polisakarida ini dapat digolongkan menjadi tiga jenis: sarung, kapsul, dan lendir. Lapisan polisakarida lebih atau kurang melekat pada permukaan sel, sebagian polisakarida terlarut sering hadir dalam medium kultur. Protokol yang digunakan untuk ekstraksi polimer eksopolisakarida *cyanobacteria* umumnya dibedakan menjadi tiga fraksi, yaitu sarungnya; *capsulate polysaccharides* (CPS) yang meliputi lapisan kapsul dan bagian lapisan lendir melekat dengan baik ke permukaan sel, serta polisakarida yang dirilis (RPS) yang meliputi fraksi terlarut dari lapisan lendir yang melekat pada permukaan sel (Richert *et al.* 2005).

Sejak awal 1950-an, lebih dari seratus jenis *cyanobacteria* pada dua puluh genus yang berbeda, telah diteliti memproduksi eksopolisakarida yang dirilis ke dalam media kultur (RPS). Sifat kimia dan reologi menunjukkan bahwa polisakarida tersebut kompleks anionik heteropolymers, pada sekitar 80% kasus mengandung enam sampai sepuluh monosakarida yang berbeda dan dalam sekitar 90% kasus yang mengandung satu atau lebih asam uronic, hampir semua memiliki komponen non-saccharidic, seperti gugus peptida, asetil, piruvil dan/atau kelompok sulfat (De Philippis *et al.* 2001). Salah satu jenis *cyanobacteria* yang berpotensi memproduksi RPS adalah *Spirulina platensis*.

Mikroalga *Spirulina platensis* merupakan mikroorganisme atau jasad renik dengan tingkat organisasi selnya termasuk ke dalam tumbuhan tingkat rendah. mikroalga dikelompokkan ke dalam Filum Talofita karena tidak memiliki akar, batang dan daun sejati (semu). Namun mikroalga ini memiliki zat warna hijau daun (pigmen klorofil) yang mampu melakukan fotosintesis dengan bantuan air

(H<sub>2</sub>O), CO<sub>2</sub> dan sinar matahari yang dapat mengubah energi kinetik menjadi energi kimiawi dalam bentuk biomassa atau yang lebih dikenal dengan karbohidrat. Bentuk sel mikroalga *Spirulina platensis* memanjang seperti benang, bercabang umumnya disebut fitoplankton (Kanibawa 2001). Morfologi mikroalga *Spirulina platensis* secara mikroskopik disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Mikroalga *Spirulina platensis*  
 Sumber: <http://www.shigen.nig.ac.jp/algae>

Berdasarkan hasil analisis Lembaga Penelitian, di Perancis, Italia, Jepang, dan Meksiko kandungan proksimat *Spirulina platensis* seperti Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kandungan proksimat mikroalga *Spirulina platensis*

Komposisi proksimat	Kuantitas (%)
Protein	60-70
Karbohidrat	19-20
Pigmen	6
Lemak	4-5
Serat	3
Abu	3
Mineral	7

Sumber: (Cefferri 1983; Olguin 1986; Pauw 1987; Herikson 1989; Sasson 1991 dalam Kabinawa 1994).

## Eksopolisakarida

Eksopolisakarida terlarut (RPS) yang diekresikan oleh filamen cyanobacteria *Spirulina platensis* adalah metabolit primer. Eksopolisakarida tersebut dibentuk oleh sepuluh macam unit monomer termasuk enam gula netral (xilosa, rhamnosa, fucose, galaktosa, mannose dan glukosa dalam proporsi 1.3/0.3/0.7/2.7/traces/2), dua gula yang tidak teridentifikasi, dua asam uronic dan kelompok sulfat masing-masing sebesar 40% dan 5% dari massa molekul (Mouthim *et al.* 1993). Eksopolisakarida dari limbah media kultur *Spirulina platensis* dapat diperoleh dengan cara mengekstraksinya menggunakan metode netralisasi asam (HCl) basa (NaOH) dan dipresipitasi menggunakan etanol. Suspensi dipisahkan dengan disentrifus untuk memperoleh endapan eksopolisakarida (Gerry dan Daniel 1982). Kelompok sulfat yang terdapat pada eksopolisakarida *Spirulina platensis* merupakan komponen yang dapat berperan sebagai anti-inflamatori. Menurut Matsui *et al.* (2003), sulfat polisakarida yang diterapkan secara topikal pada manusia diketahui dapat menghambat kemerahan pada kulit yang disebabkan oleh iritasi.

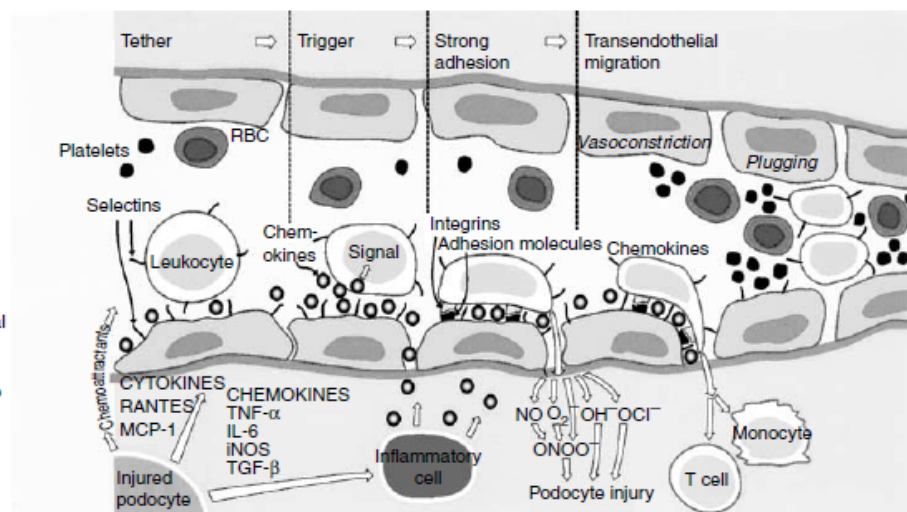
Jaringan cedera yang disebabkan oleh infeksi atau kerusakan fisik membangkitkan reaksi inflamasi/ peradangan dan peristiwa yang diperlukan untuk mendapatkan kembali homeostasis normal. Pusat untuk peristiwa ini adalah translokasi leukosit, termasuk monosit, neutrofil, dan limfosit T, dari sistem vaskular melalui endotelium dan matriks ekstraselular (ECM) ke jaringan terluka. Penyakit ini ditandai dengan munculnya warna kemerahan, bengkak, nyeri dan disertai panas. Migrasi transendothelial ini terjadi dalam proses empat langkah sekuensial dan melibatkan tindakan bersama dari *chemoattractants* dan mempromosikan molekul adhesi, seperti *selectins* dan *integrins*.

## Proses Inflamasi

Proses inflamasi pada kulit berawal dari adhesi leukosit menuju endothelium, disajikan pada Gambar 2 (Adam dan Shaw 1994). Pada langkah pertama, *chemoattractants*, sitokin, dan komponen pelengkap yang dihasilkan di daerah inflamasi lokal, menyebabkan aktivasi endotelium dan leukosit. *Up-regulation* sitokin lokal dan sistemik, seperti tumor necrosis factor ( $\alpha$ -TNF)- (TNF-  $\alpha$ ) dan interleukin-1 (IL-1  $\beta$ ), menginduksi ekspresi molekul adhesi antar



sel dan pembuluh darah (ICAM dan VCAM), dan *selectins* pada endotelium, di mana leukosit *roll over monolayer endotel*. Pada langkah kedua, faktor pemicu terutama sitokin mengaktifkan molekul adhesi leukosit yang integrins, sehingga meningkatkan adhesi yang kuat yang dapat menghentikan leukosit bergulir. Langkah ketiga dalam perekrutan leukosit tergantung pada adhesi yang ketat, melalui ICAM dan VCAM pada endothelium. Molekul adhesi ini mengikat protein heterodimeric dari keluarga integrin pada leukosit. Pada langkah keempat, leukosit yang transmigran atau melintasi monolayer endotel (diapedesis). Langkah ini juga melibatkan VCAM, ICAMs, dan integrins, serta perekat interaksi lebih lanjut yang melibatkan sebuah molekul imunoglobulin yang berhubungan disebut sel trombosit-endotel adhesi molekul-1 (PECAM-1/CD31), yang dinyatakan baik pada leukosit dan pada sambungan antar sel endotel. Interaksi ini memungkinkan fagosit untuk memeras antara sel endotel dan menembus membran basal dengan dikeluarkannya enzim proteolitik. Leukosit kemudian bermigrasi melalui jaringan di bawah pengaruh kemokin (Adam dan Shaw 1994, Diamond *et al.* 1995, Carlos dan Harlan 1994, Mamdouh *et al.* 2003)



Gambar 2. Proses inflamasi pada kulit  
 Sumber : Adam dan Shaw (1994)

Menurut Matsui *et al.* (2003), migrasi leukosit dari kapiler darah ke situs peradangan merupakan komponen penting dari proses inflamasi dan terjadi dalam serangkaian langkah, dua di antaranya adalah adhesi dan chemotaxis. Secara *in vitro*, bahan polisakarida dapat menghambat migrasi leukosit

polymorphonuclear (PMNs) terhadap molekul *chemoattractant* standar dan juga memblokir sebagian adhesi ke sel endotel PMNs. Hasil penelitian ini juga menunjukkan bahwa mekanisme anti inflamasi untuk sulfat polisakarida, setidaknya sebagian, dikarenakan adanya penghambatan sirkulasi perekrutan sel kekebalan terhadap stimulus inflamasi. Peneliti juga menyarankan bahwa sulfat polisakarida sangat cocok digunakan dalam produk topikal.

Bentuk sediaan topikal dapat mempermudah penggunaan eksopolisakarida *Spirulina platensis* sebagai anti-inflamasi. Ada beberapa keuntungan penggunaan obat secara topikal antara lain yaitu menghindari kesulitan absorpsi obat melalui saluran cerna yang disebabkan oleh aktivitas enzim dan interaksi obat dengan makanan, menghindari resiko dan ketidaksesuaian terapi secara parenteral, dan bermacam-macam absorpsi dan metabolisme yang berhubungan dengan terapi oral, serta mampu menghentikan efek obat secara cepat apabila diperlukan secara klinik (Ansel 1989).

### **Implementasi Antiinflamasi dalam Bentuk Gel**

Gel merupakan sediaan yang jernih dan digunakan secara topikal. Gel juga merupakan sistem penghantaran obat yang paling baik untuk berbagai rute pemberian dan cocok dengan berbagai bahan obat yang berbeda, khususnya terkenal untuk pemberian pengobatan antiinflamasi (Ansel *et al.* 2005). Sediaan gel mempunyai kadar air yang tinggi sehingga dapat mengurangi kondisi panas dan tegang yang sifatnya setempat dan timbulnya kulit meradang. Gel sangat cocok pada pemakaian di kulit dengan fungsi kelenjar sebaceous yang berlebihan. Setelah kering akan meninggalkan lapisan tipis tembus pandang, elastis dengan daya lekat tinggi, yang tidak menyumbat pori, sehingga tidak mempengaruhi pernafasan kulit. Pelepasan obatnya sangat bagus. Bahan obat dilepaskan dalam waktu singkat dan hampir sempurna (Knapp 2003).





## KESIMPULAN

*Spirulina platensis* adalah mikroalga yang berwarna hijau kebiruan yang termasuk ke dalam suku *Oscillatoriaceae*. *Spirulina* berpotensi digunakan dalam bidang pangan, kesehatan atau bahan baku pakan hewan dan unggas. Pengkulturan *Spirulina* menyisakan limbah yang tidak termanfaatkan dan dapat mencemari lingkungan. Limbah cair media kultur *Spirulina platensis* mengandung senyawa eksopolisakarida hasil ekskresi dari mikroalga yang dapat digunakan sebagai farmasetika yang mampu mempercepat proses pemulihan jaringan yang rusak apabila tubuh mengalami luka. Aplikasi senyawa ini antara lain sebagai obat inflamasi secara topikal sehingga berpotensi dalam penyediaan bahan baku obat yang berbasis alamiah yang bernilai ekonomi tinggi serta mengurangi dampak limbah cair tersebut terhadap lingkungan.

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
  - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
  - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB.



## DAFTAR PUSTAKA

- Adams DH, Shaw S.1994. Leucocyte-endothelial interactions and regulation of leucocyte migration. *Lancet* 343:831–836.
- Aoyama K, Uemura I, Miyake J, Asada Y. 1997. Fermentative metabolism to produce hydrogen gas and organic compounds in a cyanobacterium, *Spirulina platensis*. *Journal Ferment. Bioeng*, 83, 17-20. [www.shigen.nig.ac.jp](http://www.shigen.nig.ac.jp) [22 Februari 2011]
- Ansel HC. 1989. *Pengantar Bentuk sediaan Farmasi*. Edisi Ke-4. Jakarta: UI Press.
- Ansel HC, Popovich NG, Allen, Loyd V. 2005. *Pharmaceutical Dosage Forms and Drug Delivery Systems*, 8th Edn, B. I. Publications Pvt. Ltd 415-419.
- Arad, Sohana., Michell A, and Ephraim C. 1985. The Potential of Production of Sulfated Polysaccharides from porphyridium. *Plant and Soil Jurnal* 89: 117-127. Mertinus Nijhoff Publisher.
- Carlos TM, Harlan JM. 1994. Leukocyte-endothelial adhesion molecules. *Blood* 84:2068–2101.
- Diamond MS, Alon R, Parkos CA. 1995. Heparin is an adhesive ligand for the leukocyte integrin Mac-1 (CD11b/CD1). *J Cell Biol* 130:1473–1482.
- Huleihel M, Ishanu V, Tal J, Arad S. 2001. Antiviral effect of red microalgal polisaccharides on Herpes Simplex Virus and Varizolla Zoster Virus. *Jurnal of Applied Phycology*
- Kabinawa INK. 2001 Mikroalga sebagai sumber daya hayati (SDH) perairan dalam perspektif bioteknologi. Puslitbang Bioteknologi Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Bogor. Hlm. 5 – 13.
- Knapp B. 2003. Gel based cosmetic and wound-healing Formulation and methods. *US Patent* 7217417. 2003.
- Mamdouh Z, Chen X, Pierini LM. 2003. Targeted recycling of PECAM from endothelial surface-connected compartments during diapedesis. *Nature* 421:748–753.
- Mouhim RF , Cornet JF, Fontane T, Fournet B, Dubertret G. 2003. Production, isolation and preliminary characterization of the exopolysaccharide of the cyanobacterium *Spirulina platensis*. *Biotechnology Letters*, 15(6): 567-572
- Philippis RD, Sili C, Paperi R, Vincenzini M. 2001. Exopolysaccharide-producing cyanobacteria dan their possible exploitation: A review. *Journal of Applied Phycology* 13:293-299.
- Richert L, Golubic S, Guédès RL, Ratiskol J, Payri C, Guezennec J. 2005. Characterization of Exopolysaccharides Produced by Cyanobacteria Isolated from Polynesian Microbial Mats. *Current Microbiology* Volume 51, Nomor 6, 379-384.

Roudesli S, Trabelsi L, Nour HMS, Hatem BO, Hassen B. 2009. Partial characterization of extracellular polysaccharides produced by cyanobacterium *Arthrospira platensis*. *Biotechnology and Bioprocess Engineering* 14: 27-31

Sugiyono, Sri A. 2008. Penanganan Biomassa Mikroalgae Jenis *Spirulina platensis* sebagai Bahan Baku Pangan. Jakarta : Peneliti Balai Besar Pengolahan Produk dan Bioteknologi Kelautan Perikanan

Trubus.2010. Spirulina obat manjur abad ke-21. [www.trubus-online.co.id](http://www.trubus-online.co.id) [1 Maret 2011]



## DAFTAR RIWAYAT HIDUP

### 1. Ketua Pelaksana Kegiatan :

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| a. Nama Lengkap          | : Hardi Bestura Perkasa                             |
| b. Tempat,tanggal lahir  | : Bengkulu, 23 Juni 1990                            |
| c. Alamat Asal           | : Bengkulu  |
| d. Alamat Bogor          | : Jl. Babakan Lio                                   |
| e. Agama                 | : Islam   |
| f. Riwayat Pendidikan    | : SD N 95 Bengkulu, SMP N 1 Curup, SMA<br>N 1 Curup |
| g. Pengalaman Organisasi | : HIMASILKAN 2009-2010                              |
| h. Prestasi              | : -   |

**TANDA TANGAN**

**Hardi Bestura Perkasa**

### 2. Anggota Pelaksana Kegiatan :

- |                          |  |
|--------------------------|--|
| a. Nama Lengkap          | : Silvia Handayani   |
| b. Tempat,tanggal lahir  | : Jakarta, 22 Februari 1989                                |
| c. Alamat Asal           | : Jakarta  |
| d. Alamat Bogor          | : Jl. Babakan Raya   |
| e. Agama                 | : Islam  |
| f. Riwayat Pendidikan    | : SDN Kalibata 04 Pagi, SMPN 41 Jakarta<br>SMAN 38 Jakarta |
| g. Pengalaman Organisasi | : HIMASILKAN 2009-2010                                     |
| h. Prestasi              | : Juara Lomba Mading                                       |

**TANDA TANGAN**

**Silvia Handayani**

## 3. Anggota Pelaksana Kegiatan :

- |                          |   |
|--------------------------|---|
| a. Nama Lengkap          | : Hana Nurulita Prestisia                                   |
| b. Tempat,tanggal lahir  | : Jakarta, 10 Februari 1990                                 |
| c. Alamat Asal           | : Serang, Banten  |
| d. Alamat Bogor          | : Jl. Babakan Lebak   |
| e. Agama                 | : Islam   |
| f. Riwayat Pendidikan    | : SD N 2 Kramatwatu, SMP N 1 Kramatwatu, SMA N 1 Kramatwatu |
| g. Pengalaman Organisasi | : Agriaswara IPB, FPC, BMC                                  |
| h. Prestasi              | : Peserta Murid Teladan Kabupaten Serang                    |

**TANDA TANGAN****Hana Nurulita Prestisia**