



PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA

MEMBRAN SILIKA NANOPORI BERBAHAN DASAR AMPAS TEBU SEBAGAI PENYARING LIMBAH CAIR INDUSTRI LOGAM BERAT

BIDANG KEGIATAN PKM-GAGASAN TERTULIS

Diusulkan oleh :

- | | | |
|---------------------|-----------|------|
| 1. Endah Ratna Puri | G84070026 | 2007 |
| 2. Ayu Arthuria R. | G84070015 | 2007 |
| 3. Tati Husniyati | G84080045 | 2008 |

**INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2011**

HALAMAN PENGESAHAN

1. Judul Kegiatan : Membran Silika Nanopori Berbahan Dasar Ampas Tebu sebagai Penyaring Limbah Cair Industri Logam Berat
2. Bidang Kegiatan : () PKM-AI (✓) PKM-GT
3. Ketua Pelaksana Kegiatan
 - a. Nama Lengkap : Endah Ratna Puri
 - b. NIM : G84070026
 - c. Jurusan : Biokimia
 - d. Universitas/Institut : Institut Pertanian Bogor

Bogor, 25 Februari 2011

Menyatakan,
Ketua Departemen Biokimia

Ketua Pelaksana kegiatan

Dr. Ir. I Made Artika, M.App.Sc
NIP. 19630111 198903 1 001

Endah Ratna Puri
NIM. G84070026

Wakil Rektor Bidang Akademik
dan Kemahasiswaan

Dosen Pembimbing

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

Dr. Laksmi Ambarsari, MS
NIP. 1960 1118 199403 2 001

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT atas segala rahmat, nikmat, dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Program Kreativitas Mahasiswa bidang Gagasan Tertulis (PKM-GT) ini. Penulis memilih topik yang berjudul Membran Silika Nanopori Berbahan Dasar Ampas Tebu sebagai Penyaring Limbah Cair Industri Logam Berat.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah membantu dalam penyelesaian PKM-GT ini, yaitu kepada Dr. Laksmi Ambarsari, MS, selaku pembimbing utama yang telah memberikan saran, kritik, dan bimbingannya. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada orang tua, kakak, dan adik atas semua doa, dukungan, dan bimbingan yang sangat berarti bagi penulis.

Penulis menyadari masih banyak kekurangan dan kesalahan yang harus diperbaiki, namun penulis berharap semoga PKM-GT ini dapat memberikan manfaat bagi semua orang yang memerlukannya.

Bogor, 23 Februari 2011

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI.....	iv
DAFTAR TABEL.....	v
RINGKASAN	vi
PENDAHULUAN	1
Latar Belakang	1
Tujuan	3
Manfaat	3
GAGASAN	5
Limbah Industri Logam.....	5
Membran Silika Nanopori.....	6
Sumber Bahan Pembuat Membran.....	9
Metode Pembuatan Membran Silika Nanopori Berbahan Dasar Ampas Tebu.	11
KESIMPULAN	13
DAFTAR PUSTAKA	14
LAMPIRAN	16

DAFTAR TABEL

	Halaman
1 Komposisi unsur di dalam kerak bumi	8
2 Komponen-komponen yang terdapat dalam batang tebu.....	9

RINGKASAN

Kemajuan teknologi dan perkembangan kegiatan industri, selain membawa dampak positif juga menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan jika tidak arif dalam penggunaannya. Limbah yang sangat berbahaya dan memiliki daya racun tinggi umumnya berasal dari hasil buangan industri, terutama industri logam berat. Limbah industri yang mengandung logam berat tidak dapat dibuang langsung ke sungai, waduk atau laut karena keberadaan logam berat sangat berbahaya bagi kehidupan manusia, hewan, dan lingkungan. Beberapa industri pelapisan logam di Jakarta menghadapi kesulitan untuk menangani limbah proses *Hard Chrome* yang memiliki kandungan krom (Cr) sebesar 75900 mg/L dan besi (Fe) sebesar 18610 mg/L. Beberapa jenis logam lain yang juga terdapat dalam limbah proses *Hard Chrome* perusahaan tersebut adalah tembaga (Cu) dan mangan (Mn) dengan kadar 777 mg/L dan 92.5 mg/L (Soemantyo, 2005). Dengan pertimbangan kadar logam, terutama Cr dan Fe yang sangat tinggi dari limbah industri yaitu dengan komposisi 75900 mg/L Cr, 777 mg/L Cu, 18610 mg/L Fe, dan 92.5mg/L Mn, maka dilakukan penelitian untuk memisahkan logam-logam tersebut dari limbah cair dengan penyaringan membran (Mallia dan Till, 2003).

Pembuatan membran silika nanopori dengan bahan dasar ampas tebu ini merupakan wujud pemanfaatan limbah menjadi sesuatu yang bernilai ekonomis tinggi. Tebu (*Saccharum officinarum L.*) merupakan tanaman yang melimpah di Indonesia. Proses ekstraksi cairan tebu memiliki hasil samping berupa ampas tebu (*baggase*) sebesar 90%, sedangkan gula yang dimanfaatkan hanya 5%, dan sisanya berupa tetes tebu (molase) dan air (Witono, 2003; Misran, 2005). Jumlah ampas tebu yang melimpah tersebut berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan membran silika nanopori. Kandungan silika pada ampas tebu sebesar 62.748% sudah memenuhi kriteria untuk dijadikan bahan baku dalam pembuatan membran (Wibowo, 1998).

Preparasi membran silika nanopori dengan CTAB (surfaktan nonionik) dan pengadukan ultrasonik dilakukan agar pori membran yang terbentuk berukuran nano. Pori-pori membran yang berukuran nano bertujuan agar membran dapat menjerap semua jenis logam berat yang terkandung dalam limbah industri. Hasil pembuangan limbah industri yang telah melewati membran sudah terbebas dari logam berat yang dapat mencemari lingkungan sehingga membran silika nanopori berbahan dasar ampas tebu ikut berkontribusi dalam upaya pelestarian lingkungan biota air. Pembuatan membran silika nanopori ini juga merupakan bentuk dorongan dan stimulus kepada berbagai pihak yang memiliki otoritas dan daya dukung dalam mengembalikan kestabilan ekosistem perairan akibat pencemaran industri logam berat.

Kata kunci: Membran, nanopori, ampas tebu, limbah cair.

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kemajuan teknologi dan perkembangan kegiatan industri, selain membawa dampak positif juga menimbulkan dampak negatif bagi lingkungan jika tidak arif dalam penggunaannya. Tumbuh pesatnya industri juga menyebabkan semakin banyak limbah yang dikeluarkan dan mengakibatkan permasalahan yang kompleks bagi lingkungan. Limbah yang sangat berbahaya dan memiliki daya racun tinggi umumnya berasal dari buangan industri, terutama industri logam berat. Oleh karena itu, proses penanganan limbah menjadi bagian yang sangat penting dalam industri. Logam berat tergolong limbah B3 yang pada kadar tertentu dapat membahayakan lingkungan sekitarnya karena bersifat toksik bagi hewan dan manusia (La Grega, 2001). Salah satu contoh industri penghasil limbah yang mengandung persenyawaan logam berat adalah industri pelapisan logam. Industri ini menggunakan senyawa logam berat sebagai zat pewarna dan pelapis, terutama logam krom dalam jumlah yang cukup besar. Salah satu proses yang menghasilkan limbah krom dalam jumlah besar adalah proses *Hard Chrome* (Soemantyo, 2005).

Limbah industri yang mengandung logam berat tidak dapat dibuang langsung ke sungai, waduk atau laut karena keberadaan logam berat sangat berbahaya bagi kehidupan manusia, hewan, dan lingkungan. Limbah yang akan dibuang, kadar logamnya tidak boleh melewati batas kadar maksimum yang diperbolehkan oleh regulasi pemerintah (KEP-51/MENLH/10/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Industri) agar tidak mencemari lingkungan. Kadar maksimum Cr, Cu, Fe, dan Mn dalam limbah industri yang diperbolehkan berturut-turut adalah 0.5 mg/L, 2 mg/L, 5 mg/L, dan 2 mg/L. Beberapa industri pelapisan logam di Jakarta menghadapi kesulitan untuk menangani limbah proses *Hard Chrome* yang memiliki kandungan krom (Cr) sebesar 75900 mg/L dan besi (Fe) sebesar 18610 mg/L. Beberapa jenis logam lain yang juga terdapat dalam limbah proses *Hard Chrome* perusahaan tersebut adalah tembaga (Cu) dan mangan (Mn) dengan kadar 777 mg/L dan 92.5 mg/L (Soemantyo, 2005). Dengan pertimbangan kadar logam, terutama Cr dan Fe yang sangat tinggi dari

limbah industri yaitu dengan komposisi 75900 mg/L Cr, 777 mg/L Cu, 18610 mg/L Fe, dan 92.5mg/L Mn, maka dilakukan penelitian untuk memisahkan logam-logam tersebut dari limbah cair dengan penyaringan membran (Mallia dan Till, 2003).

Membran berfungsi memisahkan material berdasarkan ukuran dan bentuk molekul, menahan partikel yang berukuran lebih besar dari pori-pori membran, dan melewatkannya partikel yang berukuran lebih kecil (Mulder, 1996). Penggunaan membran silika dari bahan dasar ampas tebu merupakan solusi yang efisien dan tepat untuk pengolahan limbah industri, karena membran ini dibuat dengan ukuran nanopori sehingga dapat menjerap semua logam berat yang terkandung dalam limbah industri.

Tebu (*Saccharum officinarum L.*) merupakan tanaman yang hanya dapat hidup di daerah yang beriklim tropis. Di Indonesia, perkebunan tebu menempati luas areal 232 ribu hektar yang 67.74% diantaranya terdapat di Pulau Jawa, Medan, Lampung, Semarang, Solo, dan Makasar (Misran, 2005; Departemen Pertanian, 2004). Menurut Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat tahun 2006, perkebunan tebu menempati luas areal 12024.31 hektar, dengan produksi tebu mencapai 64169.06 ton. Dari seluruh perkebunan tebu yang ada di Indonesia, 50% diantaranya adalah perkebunan rakyat, 30% perkebunan swasta, dan hanya 20% perkebunan negara. Tebu dari perkebunan diolah menjadi gula di pabrik-pabrik gula (PG). Dalam proses produksi di pabrik-pabrik gula (PG), ampas tebu (*baggase*) dihasilkan sebesar 90%, sedangkan gula yang dimanfaatkan hanya 5%, dan sisanya berupa tetes tebu (molase) dan air (Witono, 2003; Misran, 2005).

Berdasarkan data tersebut, limbah tebu dengan jumlah yang melimpah akan dimanfaatkan sebagai bahan dasar pembuatan membran silika nanopori. Hal ini dilakukan sebagai wujud pemanfaatan limbah agar menjadi sesuatu yang bernilai ekonomis tinggi dan bermanfaat bagi masyarakat. Wibowo (1998) menemukan bahwa sebesar 62.748% silika diperoleh dari ampas tebu yang telah dibakar pada temperatur 200-300°C selama 2 jam. Silika adalah salah satu bahan anorganik yang memiliki sifat stabil terhadap pengaruh mekanik, panas, pelarut organik, dan

kondisi pH ekstrem (Mulder, 1996), sehingga silika dari ampas tebu dapat dibuat menjadi membran penyaring limbah logam berat industri.

Tujuan

Gagasan tertulis ini bertujuan meningkatkan nilai guna dan nilai ekonomis dari limbah tebu yang melimpah di Indonesia. Peningkatan nilai guna dan nilai ekonomis dilakukan dengan memanfaatkan limbah tebu menjadi bahan dasar pembuatan membran silika nanopori yang berdaya jual tinggi. Selain itu, hasil penyaringan limbah melalui teknologi membran ini akan menghasilkan kualitas air yang terbebas dari kandungan logam berat sehingga dapat menjamin keselamatan ekosistem perairan serta tidak membahayakan manusia.

Manfaat

Penulisan PKMGT ini dapat bermanfaat bagi berbagai pihak, seperti pemerintah, industri gula, industri kimia, kalangan industri pada umumnya, masyarakat, dan bagi akademisi. Manfaat tersebut di antaranya:

1. Pemerintah dapat mengembangkan limbah tebu secara lebih optimum sehingga dapat menambah penghasilan negara.
2. Pengembangan produk membran silika nanopori akan memicu jiwa kreatif dan inovatif industri gula untuk meningkatkan nilai guna dan nilai ekonomis dari ampas tebu.
3. Industri kimia, industri logam berat, dan kalangan industri pada umumnya dapat mengatasi penjerapan logam berat dengan menggunakan membran silika nanopori ini sehingga bisa menjadi solusi alternatif untuk mengatasi permasalahan limbah industri saat ini.
4. Masyarakat sekitar kawasan industri memperoleh lingkungan perairan yang sudah terbebas dari logam berat yang berbahaya bagi makhluk hidup.
5. Kalangan akademisi dapat menambah khazanah ilmu pengetahuan dan menjadikan tulisan ini sebagai bahan rujukan dalam membuat karya tulis lainnya. Membran silika nanopori ini bermanfaat sebagai sistem penjerap

logam berat pada limbah industri, sehingga bisa menjadi solusi alternatif untuk mengatasi permasalahan limbah industri saat ini dan menjaga kelestarian biota air.

GAGASAN

Limbah Industri Logam

Kegiatan pembangunan kawasan industri dan pertambangan berdampak positif bagi masyarakat luas, yaitu menciptakan lapangan kerja baru bagi penduduk di sekitarnya. Namun, keberhasilan tersebut diikuti oleh dampak negatif yang merugikan masyarakat dan lingkungan. Pembangunan kawasan industri menimbulkan permasalahan lingkungan bagi masyarakat sekitarnya, yaitu pencemaran bahan berbahaya dan beracun (B3) melalui limbahnya. Limbah industri yang dibuang ke badan air atau sungai dan lingkungan sekitarnya dapat mencemari tanah dan air.

Pencemaran yang dihasilkan dari proses produksi industri banyak mengandung bahan berbahaya, misalnya logam berat seperti merkuri (Hg), kadmium (Cd), dan plumbo (Pb). Jenis logam berat tersebut cenderung meningkatkan kasus keracunan dan gangguan kesehatan masyarakat (Sugijanto *et al*, 1991). Hal yang menyebabkan logam berat menjadi bahan pencemar yang berbahaya itu karena logam berat tidak dapat dihancurkan (*nondegradable*) oleh organisme hidup, sehingga terakumulasi ke lingkungan. Hasil akumulasi tersebut mengendap di dasar perairan dan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik secara adsorpsi dan kombinasi. Biota di perairan yang tercemar logam berat dapat mengakumulasi logam berat tersebut dalam jaringan tubuhnya. Semakin tinggi kandungan logam berat dalam perairan maka semakin tinggi kandungan logam berat yang terakumulasi dalam tubuh hewan tersebut (Rai *et al*, 1981).

Industri penghasil limbah yang mengandung persenyawaan logam berat terbanyak adalah industri pelapisan logam, yang menggunakan senyawa logam berat sebagai zat pewarna dan pelapis. Logam berat dalam jumlah yang cukup besar tersebut adalah logam krom. Limbah krom dalam jumlah besar ini dihasilkan dari proses *Hard Chrome* yang merupakan proses elektrolisis dengan menggunakan asam kromat sebagai larutan elektrolit. Substrat yang akan dilapisi berfungsi sebagai katoda, kemudian dialiri oleh listrik searah. Beberapa industri

pelapisan logam di Jakarta menghadapi kesulitan untuk menangani limbah proses *Hard Chrome* yang memiliki kandungan krom (Cr) sebesar 75900 mg/L dan besi (Fe) sebesar 18610 mg/L. Beberapa jenis logam lain yang juga terdapat dalam limbah proses *Hard Chrome* perusahaan tersebut adalah tembaga (Cu) dan mangan (Mn) dengan kadar 777 mg/L dan 92.5 mg/L (Soemantyo, 2005).

Dampak dari limbah industri logam berat di Jakarta tersebut diperkuat lagi dengan data yang tertulis dalam surat kabar harian *Pikiran Rakyat* pada tanggal 30 Desember 2009 bahwa sekitar 60% Sungai Citarum tercemar oleh limbah industri kimia, peternakan, dan pertanian, sisanya merupakan limbah organik dan rumah tangga. Tidak hanya menjadikan air keruh, biota perairan terutama ikan akan mati akibat logam berat yang terakumulasi dalam waduk. Dari hasil penelitian yang dilakukan PT Indonesia Power bersama Pusat Penelitian Sumber Daya Alam dan Lingkungan (PPSDAL) Universitas Padjadjaran, Bandung, pada tahun 2004 menerangkan bahwa kualitas air Waduk Saguling sudah di atas ambang batas normal. Salah satu contohnya, pada kandungan merkuri (Hg) yang mencapai angka 0,236. Pada kenyataannya standar baku mutu menunjukkan bahwa angka aman bagi kandungan merkuri hanya adalah 0,002. Logam merkuri tersebut berasal dari pakan ikan dan industri plastik, sedangkan logam berat lainnya berasal dari pabrik tekstil untuk proses pewarnaan kain. Akumulasi logam berat ini yang akan menjadi masalah besar di masa mendatang. Pada saat ini air dari Waduk Saguling tidak layak lagi dimanfaatkan untuk konsumsi, pertanian, dan perikanan (Citarum Fact Sheet, 2010).

Membran Silika Nanopori

Pengolahan limbah industri telah banyak dilakukan dengan beberapa cara, antara lain secara kimia menggunakan koagulan, secara fisika dengan adsorpsi menggunakan arang aktif, dan secara biologi menggunakan mikroba (Forlink, 2000). Namun, metode tersebut memiliki beberapa kekurangan. Pengolahan limbah secara kimia menggunakan koagulan akan menghasilkan lumpur dalam jumlah yang relatif besar, sehingga membutuhkan pengolahan lebih lanjut terhadap lumpur yang terbentuk. Penggunaan arang aktif dalam pengolahan

limbah meskipun sangat efektif, tetapi memerlukan biaya yang cukup tinggi karena harganya relatif mahal, terutama jika digunakan dalam skala besar atau konsentrasi limbah yang tinggi (Manurung *et al.*, 2004).

Selain dari penggunaan secara kimia tersebut, menurut Baker (2004), pada sistem filter industri sering digunakan membran yang memiliki banyak kekurangan. Kekurangannya berada pada proses produksi yang juga mahal atau sulitnya menghasilkan kulitas produk membran yang baik. Contoh membran sintetis yang sering dipergunakan dalam proses industri terdiri dari dua jenis yaitu membran isotropik dan membran anisotropik. Membran isotropik terdiri dari mikroporos membran (membran berpori), *dense* membran (membran film tipis), dan membran elektrik (gabungan dari mikroporos dan film tipis), sedangkan membran anisotropik adalah membran yang sangat tipis yaitu dengan ketebalan 20 μm . Contoh membran isotropik yang biasa digunakan dalam proses industri adalah zeolit karena memiliki struktur mikroporos. Namun, tipe membran jenis ini memiliki kekurangan yaitu sulit dihasilkan, memerlukan biaya yang tinggi terutama dalam pembuatan zeolitnya, dan seringkali kurang efektif menyaring logam berat yang saat ini sudah mendominasi kandungan limbah industri. Hal ini terjadi karena tidak tersedianya senyawa zeolit yang natural sehingga zeolit hidrofobik perlu disintesis lebih lanjut menjadi membran mikroporos (Jurgen, 2005).

Ukuran membran yang dibuat, dibentuk dengan ukuran nanometer sehingga pori-pori yang berukuran nano tersebut dapat menjerap logam-logam berat yang melewati sistem filter limbah industri. Sistem membran yang digunakan untuk operasi-operasi pengolahan limbah memiliki banyak keunggulan, yaitu diantaranya tidak membutuhkan energi yang terlalu besar karena tidak melibatkan perubahan fase dan tidak terlalu menggunakan energi dalam bentuk panas sehingga komponen di dalamnya dapat dipertahankan (Aspiyanto dan Susilowati 2002). Membran diklasifikasikan berdasarkan ukuran pori-porinya, terdiri atas *reverse osmosis* (RO), nanofiltrasi (NF), ulltrafiltrasi (UF), dan mikrofiltrasi (MF) (Mallia dan Till 2003). Ukuran pori yang kami tawarkan adalah ukuran

nanofiltrasi yang memiliki ukuran pori $0.001\mu\text{m}$ dan mampu menahan partikel berukuran 50-1000 Da (Mallia dan Till 2003).

Silika merupakan unsur terbesar kedua di kerak bumi dan sebagian di dalam tanah (Tabel 1). Dengan demikian, semua jaringan perakaran tanaman dalam tanah mengandung silika, termasuk tebu. Kandungan silika dalam tanah dianggap berlimpah untuk memenuhi kebutuhan tanaman. Tanaman akumulator silika membutuhkan unsur silika dalam jumlah banyak untuk pertumbuhannya. Tanaman akumulator silika terutama berasal dari famili Gramineae seperti bambu, padi, dan tebu serta tanaman tingkat rendah dari famili Chlorophyta seperti alga.⁹ Silika berperan dalam meningkatkan fotosintesis dan resistensi terhadap cekaman biotik dan abiotik.

Tabel 1 Komposisi unsur di dalam kerak bumi

Unsur	Rata-rata persen berat
Oksigen	46,6
Silika	27,7
Aluminium	8,1
Besi	5,0
Kalsium	3,6
Natrium	2,8
Kalium	2,6
Magnesium	2,1
Lainnya	1,5

Sumber : Balai Penelitian Tanah (2010)

Silika biasanya dimanfaatkan untuk berbagai keperluan dengan berbagai ukuran tergantung aplikasi yang dibutuhkan seperti dalam industri ban, karet, gelas, semen, beton, keramik, tekstil, kertas, kosmetik, elektronik, cat, film, pasta gigi, dan lain-lain. Proses penghalusan atau memperkecil ukuran dari pasir silika umumnya digunakan metode *milling* dengan *ball mill* untuk menghancurkan ukuran pasir silika yang besar menjadi ukuran yang lebih kecil dan halus. Silika dengan ukuran yang halus inilah yang biasanya banyak digunakan dalam industri.

Seiring perkembangan teknologi, saat ini banyak yang mengaplikasikan silika pada industri terutama dalam penggunaan silika dalam ukuran partikel yang kecil sampai skala mikron atau bahkan nanosilika. Kondisi ukuran partikel bahan

baku yang diperkecil membuat produk memiliki sifat yang berbeda sehingga meningkatkan kualitasnya. Nanosilika banyak digunakan pada aplikasi di industri ban, karet, cat, kosmetik, elektronik, dan keramik. Sebagai salah satu contoh adalah pada produk ban dan karet. Manfaat dari penambahan nanosilika pada ban akan membuat ban memiliki daya lekat yang lebih baik terlebih pada jalan salju, mereduksi kebisingan yang ditimbulkan, dan usia ban yang lebih panjang dibandingkan dengan produk ban tanpa penambahan nanosilika. Nanosilika ini pula yang dapat diaplikasikan untuk bahan pembuat membran silika nanopori yang kuat dan tahan lama.

Cara memperoleh ukuran silika sampai pada ukuran nano perlu perlakuan khusus pada prosesnya. Mikrosilika biasanya dapat diperoleh dengan metode *special milling*, yaitu metode *milling* biasa yang sudah dimodifikasi khusus sehingga kemampuan untuk menghancurkannya jauh lebih efektif. Metode ini bahkan memungkinkan untuk memperoleh silika sampai pada skala nano, sedangkan untuk nanosilika bisa diperoleh dengan metode-metode tertentu yang sekarang telah banyak diteliti diantaranya adalah *sol-gel process*, *gas phase process*, *chemical precipitation*, *emulsion techniques*, dan *plasma spraying & fogging proses* (Polimerisasi silika terlarut menjadi organo silika).

Sumber Bahan Pembuat Membran

Tebu (*Saccharum officinarum L.*) merupakan tanaman yang hanya dapat hidup di daerah yang beriklim tropis. Di Indonesia, perkebunan tebu menempati luas areal 232 ribu hektar yang 67.74% diantaranya terdapat di Pulau Jawa, Medan, Lampung, Semarang, Solo, dan Makasar (Misran, 2005; Departemen Pertanian, 2004). Menurut Badan Pusat Statistik Provinsi Jawa Barat tahun 2006, perkebunan tebu menempati luas areal 12024.31 hektar, dengan produksi tebu mencapai 64169.06 ton. Tabel berikut menyajikan komponen-komponen yang terdapat dalam batang tebu.

Tabel 2 Komponen-komponen yang terdapat dalam batang tebu

Komponen	Jumlah (%)
Monosakarida	0.5 ~ 1,5

Komponen	Jumlah (%)
Sukrosa	11 ~ 19
Zat-zat organik	0,5 ~ 1,5
Zat-zat anorganik	0,15
Sabut	11 ~ 19
Air	65 ~ 75
Bahan lain	12

Sumber: Misran (2005)

Tebu dari perkebunan diolah menjadi gula di pabrik-pabrik gula (PG). Dalam proses produksi di pabrik-pabrik gula (PG), ampas tebu (*baggase*) dihasilkan sebesar 90%, sedangkan gula yang dimanfaatkan hanya 5%, dan sisanya berupa tetes tebu (molase) dan air (Witono 2003; Misran 2005). Ampas tebu merupakan sisa bagian batang tebu dalam proses ekstraksi tebu yang memiliki kadar air berkisar 46-52 %, kadar serat 43-52 % dan padatan terlarut sekitar 2-6 %. Komposisi kimia ampas tebu meliputi: zat arang atau karbon (C) 23,7 %, zat cair atau hidrogen (H) 2 %, zat asam Oksigen (O) 20 %, air atau W (HO) 50 % , dan gula 3 % (Paturau, 1982). Pada prinsipnya serat ampas tebu terdiri dari selulosa, pentosan dan lignin. Komposisi ketiga komponen bisa bervariasi pada varitas tebu yang berbeda (Kurniawan, 1998; Hutasoit, 1998).

Menurut Misran (2005), selama ini produk utama yang dihasilkan dari tebu adalah gula, sementara buangan atau hasil samping yang lain tidak begitu diperhatikan, kecuali tetes tebu yang sudah lama dimanfaatkan untuk pembuatan etanol dan bahan pembuatan *monosodium glutamat* (MSG), atau ampas tebu yang dimanfaatkan untuk makanan ternak, bahan baku pembuatan pupuk, *pulp, particle, board*, dan untuk bahan bakar bakar *boiler* di pabrik gula. Namun, enggunaannya masih terbatas dan nilai ekonomi yang diperoleh juga belum tinggi. Sedangkan aneka limbah dalam proses produksi gula seperti blotong dan abu sisa pembakaran terbuang sia-sia. Bahkan untuk buangan limbahnya pun menimbulkan pencemaran lingkungan sehingga menambah pengeluaran PG. Oleh karena itu, penggunaan ampas tebu sebagai membran nanopori diharapkan dapat menjadi nilai tambah serta meningkatkan daya dukungnya terhadap lingkungan dalam penanganan limbah logam berat. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ampas tebu juga berpotensi sebagai adsorben (Diapati, 2009). Data mengenai

sumber silika dari tebu pun diperkuat oleh hasil penelitian Wibowo (1998) yang menemukan sebesar 62.748% silika berhasil diperoleh dari ampas tebu yang telah dibakar pada temperatur 200-300° C selama 2 jam. Oleh karena itu, ampas tebu yang melimpah di Indonesia dapat dimanfaatkan sebagai sumber utama bahan pembuat membran silika nanopori yang selanjutnya digunakan sebagai filter logam berat pada aliran limbah industri, terutama industri logam berat.

Membran silika nanopori dari ampas tebu dapat digunakan dalam jangka waktu lama karena membran ini memiliki beberapa kelebihan. Kelebihan membran ini adalah stabil terhadap pengaruh mekanik, panas, pelarut organik, dan kondisi pH ekstrem. Membran silika nanopori tahan terhadap tekanan tinggi sehingga tidak mudah rusak. Selain itu, membran ini bisa digunakan untuk menjerap logam berat pada limbah yang bersifat asam, basa, maupun yang mengandung pelarut organik (Mulder, 1996).

Metode Pembuatan Membran Silika Nanopori Berbahan Dasar Ampas Tebu

Sintesis silika dari ampas tebu dilakukan dengan menggunakan teknik pengabuan. Ampas tebu dibersihkan dengan air dari impuritas akibat kotoran, kemudian dilakukan proses pengeringan dengan oven pada suhu 190°C selama 30 jam. Pengarangan ampas tebu dilakukan dengan cara dioven pada suhu 300°C selama 15 jam. Proses ini bertujuan untuk mengetahui kandungan abu. Pengabuan dilakukan dengan cara dioven pada suhu 600°C selama 30 jam, setelah itu dilakukan pemurnian sampel agar silika terpisah dari abu tebu.

Metode yang dipakai untuk pemurnian adalah metode pengasaman dengan menggunakan larutan HCl pekat. Proses pemurnian dilakukan dengan cara memasukkan sampel berupa abu tebu ke dalam wadah dan dibasahi dengan akuades panas. Selanjutnya ke dalam campuran ditambahkan HCl pekat dan diuapkan sampai kering, lalu pengeraaan ini diulangi sebanyak tiga kali. Akuades dan HCl pekat dituangkan ke wadah dan diinkubasi di atas penangas air selama 5 jam. Campuran tersebut kemudian disaring dengan kertas saring bebas abu dan dicuci dengan akuades panas. Hasil dari penyaringan berupa residu padat, kemudian dipanaskan pada suhu 300°C selama 3 jam hingga menjadi arang.

Kemudian dilanjutkan dengan memanaskannya pada suhu 600°C sehingga yang tersisa hanya endapan silika yang berwarna putih (Harsono, 2002).

Preparasi membran, pada metode ini silika dicampurkan dengan 1-propanol, dan campuran tersebut kemudian disentrifus dengan kecepatan 600 rpm selama 10 menit. Langkah selanjutnya, ditambahkan CTAB yang telah dilarutkan dalam air deionisasi. Larutan tersebut kemudian diaduk dengan ultrasonik selama 10 sampai 15 jam. Tujuan dari penggunaan CTAB (surfaktan nonionik) dan pengadukan dengan ultrasonik agar terbentuk pori membran yang berukuran nano. Sol silika kemudian dicetak dan dikalsinasi pada suhu 450°C selama 90 menit dengan pendinginan $0,2^{\circ}\text{C min}^{-1}$ (Chowdhury SR *et al.*, 2006).

KESIMPULAN

Sintesis membran silika nanopori dengan bahan dasar ampas tebu merupakan solusi alternatif untuk mengatasi pencemaran lingkungan kawasan industri dari logam berat. Pemanfaatan ampas tebu ini juga dapat meningkatkan nilai guna dan nilai ekonomis dari limbah pabrik gula (tebu). Penggunaan membran silika dengan ukuran pori yang sangat kecil (nanometer) ini mampu menjerap logam berat dalam bentuk koloid sehingga hasil buangan cair industri tidak mencemari lingkungan. Oleh karena itu, membran silika nanopori berbahan dasar ampas tebu ini ikut berkontribusi dalam upaya pelestarian lingkungan biota air.

DAFTAR PUSTAKA

- [FAO] Food Agriculture Organization. 2006. *Major Food and Agricultural Commodities and Producers: Sugar Cane 2006* [terhubung berkala] <http://www.fao.org/es/ess/top/commodity.html>. [19 Mar 2010].
- [MENLH] Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor:KEP-51/MENLH/10/1995 [terhubung berkala] <http://www.bapedal.go.id./kepmen.html>. [16 Mar 2010].
- Aspiyanto dan A Susilowati. 2005. *Prosiding Seminar nasional IV :Aplikasi Kimia dalam pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan*. Lembaga Peneliti Indonesia.
- Barker RW. 2004. Membrane Technology and Application 2nd Ed. *John Willey & Sons*. Vol. 11, 3-4.
- Chowdhury SR, Alisia MP, Dave HAB, Johan E. 2006. Influence of porous substrate on mesopore structure and water permeability of surfactant template mesoporous silika membranes. *Journal of Membrane Science* 277: 6-10.
- Departemen Pertanian. 2004. Luas Areal Tebu MTT 2003/2004, Perusahaan s/d Januari 2004. [terhubung berkala] <http://www.deptan.go.id/> ditjenbun (13 Oktober 2010).
- Diapati M. 2009. Ampas Tebu sebagai Adsorben Zat Warna Reaktif Cibacron Red[skripsi]. Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Forlink. 2000. *Paket Terapan Produksi Bersih pada Industri Tekstil*. [terhubung berkala] forlink.dml.or.id.(13 Oktober 2010).
- Harsono H. 2002. Pembuatan silika amorf dari limbah sekam padi. *Jurnal Ilmu Dasar* 3(2): 98-103.
- Hutasoit, G.F., 1998, *Pengaruh Kehalusan Ampas Tebu dan Perekat Terhadap Kualitas Papan Partikel*, Majalah Penelitian Gula XXXIV (2). Juni. Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI). Pasuruan.
- Jürgen C. 2005. *Zeolite Membranes: From the Laboratory Scale to Technical Applications*. Germany : University of Hanover, Institute of Physical Chemistry and Electrochemistry.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor:KEP51/MENLH/10/1995. [terhubung berkala] <http://www.bapedal.go.id./kepmen>. (13 Oktober 2010)
- Kurniawan Y. 1998. *Pemanfaatan Ampas Tebu Untuk Pembuatan Papan Serat Berkerapatan Sedang (MDF)*. Berita P3GI (22). Februari. Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI), Pasuruan.

- La Grega. 2001. *Hazardous Waste Management 2nd ed.* McGraw-Hill Publication Co.
- Malli dan Till. 2003. *Membran Bioreactors: Waste water treatment application to Achieve High Quality Efluent.* Water Industry Group.
- Manurung R, Hasibuan R, Irvan. 2004. *Perombakan zat warna Azo reaktif secara Anaerob-aerob.* Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Misran E. 2005. Industri Tebu menuju *Zero Waste Industry.* *Jurnal Teknologi Proses.* Vol. 4 ; 6-10.
- Rai LL, J Gaur and HD kumar. 1981. *Phycology and heavy Metal Pollution In Biological Review of The Phycology Society.* London: Cambridge University Press.
- Sugijanto, Koeswadji H, Mukono J, Hadiadi H. 1991. Analisis Kadar Merkuri dan Kadnium dalam Beberapa Hewan laut di Muara Sungai Kalimas. *Artikel Lingkungan dan Pembangunan.*
- Wibowo FXN. 1998. Laporan Studi : *Peningkatan Kandungan SiO₂ Abu Ampas Tebu dan Efeknya pada Kuat Desak Beton.* Fak. Teknik UAJY.
- Witono JA. 2003. *Produksi Furfural dan turunannya : Alternatif Peningkatan Niai Tambah Ampas Tebu Indonesia (Sebuah Wacana bagi Pengembangan Industri berbasis Limbah Pertanian).* [terhubung berkala] <http://www.chemistry.org/?sect=fokus&ext=15> (13 Oktober 2010).

LAMPIRAN

DAFTAR RIWAYAT HIDUP

1. Ketua Pelaksana Kegiatan

- a. Nama Lengkap : Endah Ratna Puri
b. NIM : G84070026
c. Tempat/Tanggal lahir : Bandung, 18 Mei 1989
d. Fakultas/Departemen : Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam/Biokimia
e. Perguruan Tinggi : Institut Pertanian Bogor
f. Karya ilmiah yang pernah dibuat : -

2. Anggota Pelaksanaan Kegiatan

- a. Nama Lengkap : Ayu Arthuria R.
b. NIM : G84070015
c. Tempat/Tanggal lahir : Jakarta, 21 Agustus 1989
d. Fakultas/Departemen : Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam/Biokimia
e. Perguruan Tinggi : Institut Pertanian Bogor
f. Karya ilmiah yang pernah dibuat :
- Program Kreativitas Mahasiswa didanai DIKTI bidang Kewirausahaan dengan judul “Martabak Telur Bhineka Tunggal Ika dengan Bahan Dasar Tepung Ubi Jalar (*Ipomoea batata L*) : Kudapan Sehat, Lezat dan Bergizi “
- Program Kreativitas Mahasiswa bidang Penelitian Pengawetan Senyawa Brazelein dari Kayu Secang (*Caesalpinia sappan L*) sebagai Pewarna Alami Makanan dengan Teknik Penyalutan Alginat-Kitosan

3. Anggota Pelaksanaan Kegiatan

- a. Nama Lengkap : Tati Husniyati
b. NIM : G84080045

- c. Tempat/Tanggal lahir : Jakarta, 21 Agustus 1989
d. Fakultas/Departemen : Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam/Biokimia
e. Perguruan Tinggi : Institut Pertanian Bogor
f. Karya ilmiah yang pernah dibuat : -

NAMA DAN BIODATA DOSEN PENDAMPING

1. Nama Lengkap dan Gelar : Dr. Laksmi Ambarsari, MS
2. NIP : 1960 1118 199403 2 001
3. Jabatan Fungsional : Dosen
4. Fakultas/Departemen : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/
Biokimia
5. Bidang Keahlian : Nanopartikel