

**LAPORAN AKHIR
PENELITIAN FUNDAMENTAL**



**Studi Sifat Optik dan Permukaan Serat Kapok (Ceiba Pentandra Gaertn Lat.) Untuk
Aplikasi Adsorber pada Remediasi Logam Merkuri dari Lingkungan Pertambangan
Emas**

Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun

Dr. rer. nat. MOHAMAD JAHJA, M.Si

NIDN : 0017027401

YAYU INDRIATI ARIFIN, S.Pd, M.Si

NIDN : 0030017802

UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO

MARET 2013

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Kegiatan : Studi sifat optik dan permukaan serat kapok (Ceiba Pentandra Gaertn lat.) untuk aplikasi adsorber pada remediasi logam merkuri dari lingkungan pertambangan emas.

Peneliti / Pelaksana

Nama Lengkap : Dr. rer.nat MOHAMAD JAHJA S.Si., M.Si
NIDN : 0017027401
Jabatan Fungsional :
Program Studi : Pendidikan Fisika
Nomor HP : 081269675744
Surel (e-mail) : mj@ung.ac.id

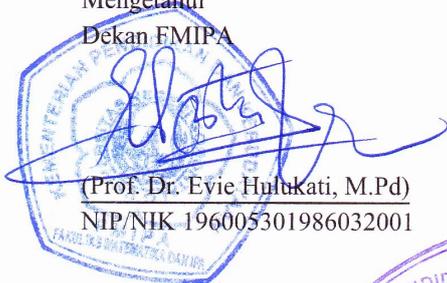
Anggota Peneliti (1)

Nama Lengkap : YAYU INDRIATI ARIFIN S.Pd., M.Si
NIDN : 0030017802
Perguruan Tinggi : UNIVERSITAS NEGERI GORONTALO

Institusi Mitra (jika ada)

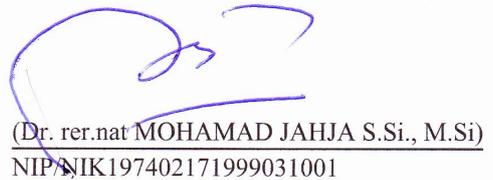
Nama Institusi Mitra :
Alamat :
Penanggung Jawab :
Tahun Pelaksanaan : Tahun ke 1 dari rencana 2 tahun
Biaya Tahun Berjalan : Rp. 50.000.000,00
Biaya Keseluruhan : Rp. 150.000.000,00

Mengetahui
Dekan FMIPA



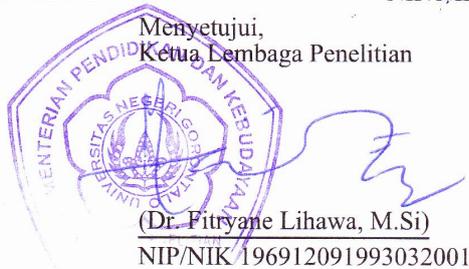
(Prof. Dr. Evie Hulukati, M.Pd)
NIP/NIK 196005301986032001

Gorontalo, 21 - 11 - 2013,
Ketua Peneliti,



(Dr. rer.nat MOHAMAD JAHJA S.Si., M.Si)
NIP/NIK197402171999031001

Menyetujui,
Ketua Lembaga Penelitian



(Dr. Fitriyane Lihawa, M.Si)
NIP/NIK 196912091993032001

Prakata

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillahirabbil alamin, Segala puji bagi Allah S.W.T yang telah memberikan kesehatan, kemudahan, kesempatan dan keselamatan bagi tim peneliti untuk merampungkan kegiatan penelitian ini sampai dengan 70 persen tuntas. Sahalawat dan salam semoga selalu tercurah kepada Rasulullah SAW, yang telah menyampaikna risalah islam yang membawa kita ke alam yg terang benderang (iman, taqwa dan ilmu pengetahuan dan teknologi).

Dalam pelaksanaan penelitian ini tidak sedikit kendala dan kesulitan yang penulis hadapi, namun berkat rahmat Allah SWT, kemauan, kerja keras serta dorongan dari semua pihak segala hambatan dan kesulitan dapat teratasi.

Oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis menyampaikan penghargaan yang setinggi-tingginya serta ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat Rektor Universitas Negeri Gorontalo Dr. Syamsu Qomar Badu, M.Pd, Prof. Masayuki Sakakibara, Prof. Takebe, Akira Saitoh,P.Hd, Yuri Sueoka,M.Sc, Mr. Fukushima, Kepala Desa Hulawa dan Kepala Desa Buladu Kecamatan Sumalata Timur, Gorontalo Utara serta masyarakat dan mahasiswa yang membantu berpartisipasi dalam penelitian ini.

Semoga bantuan serta dukungan yang telah diberikan akan memperoleh imbalan yang pantas dari yang Maha Besar Ilahi Robbi, dan semoga kita semua senantiasa dilimpahkan rahmat, taufik dan hidayah-Nya. Amin Ya Rabbal'Alamin.

Gorontalo Oktober 2013

Peneliti

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Daftar Isi	ii
Daftar Tabel	iii
Daftar Gambar	iv
Daftar lampiran	vi
BAB 1 PENDAHULUAN	1
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1.Serat kapok.....	3
2.2 Air Raksa	4
2.3 Bahaya Merkuri	5
BAB 3 TUJUAN DAN MANFAAT	6
3.1 Tujuan	6
3.2 Manfaat	6
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	7
4.1 Mempersiapkan kapok fiber	7
4.2 Mengukur daya serap kapok fiber terhadap partikel-partikel tanah ..	7
4.3 Karakteristik kapok fiber	7
4.4 Studi adsorpsi – desorpsi	8
4.5 Bagan penelitian	8
BAB 5 HASIL YANG DICAPAI	9
5.1 Sifat Optik	9
5.2 Sifat permukaan	11
BAB 6 RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA	17
6.1 Optimasi perlakuan pencucian kapok.	17

6.2 Pengembangan kolom penjernihan air	17
BAB 7 KESIMPULAN DAN SARAN	18
7.1 Kesimpulan.	18
7.2 Saran	18
DAFTAR PUSTAKA	20

Daftar Tabel

Tabel 1. Gugus molekul dan bilangan gelombang vibrasinya yang digunakan peneliti sebagai indikator hilangnya minyak dari permukaan serat kapok.....	11
Tabel 2. Hasil penelitian serat kapuk menggunakan Traveler USB Mikroskop.....	21
Tabel 3. Hasil penelitian sifat permukaan serat kapuk menggunakan Scan Electro Microscope (SEM).....	22

Daftar Gambar

- Gambar 1. Pohon kapok (kanan) dan buah kapok (kiri) 10
- Gambar 2. buah kapok kering dan terbelah memperlihatkan serat kapok 10
- Gambar 3. Diagram aliran penelitian 15
- Gambar 4. Kruva transmisi spectrum infra merah dari serat kapok yang belum mengalami perlakuan 16
- Gambar 5. Grafik perbandingan nilai bilangan gelombang untuk setiap sampel serat kapok dengan perlakuan variasi waktu pengeringan 16
- Gambar 6. Spektroskopi inframerah setar kapok sebelum dan sesudah diberi perlakuan dengan proses pencucian dengan memvariasikan waktu perendama..... 17
- Gambar 7. Spectrum spektroskopi inframerah (IR) sampel serat kapok dengan perlakuan varisi suhu pencucian (a) serat kapok tanpa diperlakukan, (b) serat kapok dengan suhu larutan 30° C, (c) serat kapok dengan suhu larutan 35° C, (d) serat kapok dengan suhu larutan 40 ° C, (e) serat kapok dengan suhu larutan 45° C, (f) serat kapok dengan suhu larutan 50 ° C, 17
- Gambar 8. Spektrum Transformasi Fourier Spektroskopi Inframerah (FTIR). (a) Serat kapok tanpa diperlakukan, (b) Serat Kapok dengan kosentrasi 10 ml, (c) Serat Kapok dengan kosentrasi 20 ml, (d) Serat Kapok dengan kosentrasi 30 ml, (e) Serat Kapok dengan kosentrasi 40 ml, (f) Serat Kapok dengan kosentrasi 50 ml..... 17
- Gambar 9. Hasil foto mikroskop perbesaran 200 X dengan cahaya atas bawah dari serat kapok (a) alami dan yang di cuci pada larutan sabun dengan berbagai suhu (b) 30⁰C, (c) 35⁰C, (d) 40⁰C, (e) 45⁰C dan (f) 50⁰C..... 18
- Gambar 10. Hasil foto Scanning Electron Microscope (SEM) (a) serat kapok alami, (b) serat kapok dengan suhu larutan 30⁰C , (c) serat kapok dengan suhu larutan 35⁰C, (d) serat kapok dengan suhu larutan 40⁰C, (e) serat kapok dengan suhu larutan 45⁰C, (f) serat kapok dengan suhu larutan 50⁰C..... 19
- Gambar 11. Hasil foto mikroskop Traveler USB dengan perbesaran 200 X(a) Serat kapok alami, (b) Serat kapok setelah perlakuan (kosentrasi 10 ml), (c) Serat kapok setelah perlakuan (kosentrasi 20 ml), (d) Serat kapok setelah perlakuan (kosentrasi 30 ml), (e) Serat kapok setelah perlakuan (kosentrasi 40 ml), dan (f) Serat kapok setelah perlakuan (kosentrasi 50

ml). Lingkaran merah menyatakan adanya partikulat air yang menempel pada serat kapuk..... 19

Gambar 12. SEM.(a) Serat kapuk tanpa perlakuan, (b) Serat kapuk setelah perlakuan (kosentrasi 10 ml), (c) Serat kapuk setelah perlakuan (kosentrasi 20 ml),(d) Serat kapuk setelah perlakuan (kosentrasi 30 ml), (e) Serat kapuk setelah perlakuan (kosentrasi 40 ml), dan (f) Serat kapuk setelah perlakuan (kosentrasi 50 ml). Lingkaran merah menyatakan adanya partikulat air yang menempel pada serat kapuk.....30

Gambar 13. Hasil foto mikroskop Traveler USB dengan perbesaran 200 X(a) Serat kapuk alami, (b) Serat kapuk setelah perlakuan (perendaman 30 menit), (c) Serat kapuk setelah perlakuan (perendaman 60 menit), (d) Serat kapuk setelah perlakuan (perendaman 90 menit), (e) Serat kapuk setelah perlakuan (perendaman 120 menit), dan (f) Serat kapuk setelah perlakuan (perendaman 150 menit)..... 30

Gambar 14. Serat Kapuk sebelum diberi perlakuan (a) dan setelah diberi perlakuan (b), rongga serat kapuk sebelum perlakuan (c), rongga serat kapuk setelah perlakuan (d), partikulat yang menempel pada serat kapuk (e) dilihat dengan mikroskop elektron SEM..... 31

Gambar 15. Difraksi sinar x dari kapok (a) untreated, diberi perlakuan (b) variasi waktu rendaman air sabun (c) variasi konsentrasi air sabun (d) variasi suhu air sabun rendaman (e) variasi suhu pengeringan (f) variasi waktu rebusan air.....16

Daftar Lampiran

1. Jurnal “Pengaruh waktu perendaman serat kapuk sebagai bahan pengikat partikulat logam dalam air sungai”.
2. Jurnal “Pengaruh konsentrasi deterjen pada sifat dan permukaan serat kapuk sebagai bahan absorpsi partikulat dalam air sungai yang tercemar”
3. Jurnal “Pengaruh suhu larutan saat pencucian pada permukaan serat kapuk sebagai bahan absorpsi partikulat pada air sungai yang tercemar”
4. Jurnal “Pengaruh waktu pengeringan serat kapuk dengan udara panas terhadap adsorpsi partikulat dalam air”

BAB 1.

PENDAHULUAN

Pencemaran air sungai dan laut oleh merkuri hasil buangan dari proses pemisahanemas dari batuan atau tanah dipertambangan sudah dilaporkan diberbagai jurnal [BLH Gorut,2011; Ilahude 2010]. Kandungan merkuri pada air yang melebihi batas ambang 1 ppm[PP,2001] berbahaya bagi kesehatan manusia yang mengkonsumsinya. Namun konsumsi airdan makanan yang mengandung merkuri di bawah batas ambang juga tetap berbahaya karenaada proses akumulasi merkuri dalam tubuh [Gomes,2007]. Sehingga proses pengurangankandungan merkuri pada air mesti dilakukan.

Berbagai metode pengurangan atau remediasi merkuri dari air telah dilaporkan [EPA, 2007]. Namun jumlah biaya yang harus dikeluarkan untuk itu adalah tidak sedikit bagi pemerintah daerah Gorontalo maupun bagi industri pertambangan skala kecil sehinggapenggunaan metode-metode tersebut menjadi hal yang mustahil. Pengembangan metode remediasi air yang murah dengan menggunakan limbah biomassa seperti dan serat bahan alam lokal telah dilaporkan oleh berbagai peneliti [Kumar, 2000 dalam Chung, 2008].

Salah satu serat yang banyak menarik perhatian peneliti adalah serat kapok, kapok fiber yang telah diberi perlakuan kimiawi dapat digunakan untuk menyerap atom-atom logam [Huynh, 2003; Chung, 2008 dan Zheng, 2012].

Kapok (Ceiba Pentandra) fiber alamiah memiliki sifat hydrophobic (dapat menyerap minyak) sehingga dikembangkan untuk membersihkan tumpahan minyak di Lautan [Powell,1995]. Kapok fiber yang telah diberikan perlakuan kimia berubah sifatnya menjadi hydrophillic sehingga dapat juga digunakan untuk menyerap Cr(VI) dengan efektif (Zheng, 2012) dan ion-ion logam berat seperti: timbal (Pb), tembaga (Cu), kadmium (Cd) dan seng (Zn) [Chung, 2008]. Namun perlakuan kimiawi yang maju akan membuat harga kapok fiber menjadi mahal dan proses remediasi dengan kapok fiber menjadi tidak mungkin bagi industri pertambangan rakyat.

Oleh karena itu pengembangan kapok fiber untuk membersihkan air dari limbahpertambangan perlu dilakukan merupakan tujuan utama dari penelitian ini. Penelitian awal kami baru-baru ini dengan menggunakan proses pencucian menggunakan campuran air dan detergen, diperoleh kapok fiber yang bersifat hydrophillic (menyerap air) dan secara kualitatif jumlah pencucian berpengaruh pada derajat hydrophillic [Jahja, 2013]. Adapun secara khusus penelitian ini bertujuan untuk :

1. Memperoleh kapok fiber yang dapat menyerap merkuri dari air.

2. Mengukur daya serap kapok fiber terhadap merkuri.

Penelitian ini menjadi sangat penting (urgen) karena persoalan pencemaran merkuri dilingkungan pertambangan merupakan masalah yang belum dapat diselesaikan khususnya di negara berkembang. Berbagai persoalan yang menjadi kendala adalah tidak adanya solusi yang ekonomis bagi penambang tradisional bagi persoalan pencemaran merkuri di perairan. Solusi yang sederhana dan ekonomis yang dapat diharapkan untuk menyelesaikan persoalan pencemaran lingkungan misalnya teknik phitoremiasi [Sakakibara, 2011]. Teknik fitoremiasi dengan menggunakan tumbuhan pteris vitata dapat mendekontaminasi pencemaran oleh unsur arsenik (As) [Sakakibara, 2011], dan berbagai kontaminasi dari tanah. Luaran Yang Ditargetkan Pelaksanaan penelitian ini bertempat di Laboratorium Fisika dan di Kabupaten Gorontalo Utara sebagai lapangan, Adapun luaran yang di targetkan dalam penelitian ini, antara lain:

1. Luaran : Deskripsi sifat-sifat optik serat kapok setelah mengalami perlakuan berupa pencucian dengan deterjen dan pengeringan.
2. Luaran : Deskripsi sifat-sifat permukaan serat kapok setelah mengalami perlakuan berupa pencucian dengan deterjen dan pengeringan.
3. Luaran : Publikasi ilmiah mengenai sifat optik dan permukaan kapok setelah mengalami perlakuan berupa pencucian dengan deterjen dan pengeringan.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Serat Kapok

Kapok merupakan tumbuhan tropis yang mudah ditemukan di Indonesiakhhususnya di Proppinsi Gorontalo. Bentuk pohon kapok seperti pada Gambar 1 (kanan). Pohon ini berbuah lonjong yang bentuknya seperti pada gambar 1 (kiri).



Gambar 1. Pohon kapok (kanan) dan buah kapok (kiri).

Setelah kering buah ini kemudian terbelah dan mengeluarkan serat berwarnaputih seperti tampak pada Gambar 2.



Gambar 2. Buah kapok kering dan terbelah memperlihatkan serat kapok.

Serat Kapok secara tradisional digunakan hanya untuk mengisi kasur dan bantal. Sifatnya yang sangat ringan (massa jenisnya sangat rendah) menjadikannya baik untuk digunakan sebagai pelampung. Kegunaannya sebagai penyerap minyak karena sifathilangnya minyak dari permukaan serat kapok. Tabel 1. Memperlihatkan bilangan gelombang gerak vibrasi gugus molekul yang digunakan oleh peneliti sebagai indikator hilangnya minyak dari permukaan serat kapok.

Tabel 1. Gugus molekul dan bilangan gelombang vibrasinya yang digunakan peneliti sebagai indikator hilangnya minyak dari permukaan serat kapok.

No	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Gugus molekul	Referensi	Keterangan
1	3397	O-H	[Liu, 2012]	
2	1592, 1504, dan 1463	C-C	[Liu, 2012]	
3	831	C-H	[Liu, 2012]	
4	3410	O-H	[Wang, 2012]	
5	1740	C=O	[Wang, 2012]	
6	1373 dan 1245	C-H dan C-O	[Sun, 2003], [Rodriguez, 2008]	Dalam J.Wang 2012
7	1735, 1370, dan 1242	C=O	[Sun, 2003] Dalam T.T. Lim 2007	
8	1150	C-H	[Chung, 2008]	
9	2918	CH ₂ dan CH ₃	[Lim, 2007]	
10	1107	C-H	[Zheng, 2012]	
11	1290 dan 1239	C-N	[Zheng, 2012]	

2.2 Air Raksa (Merkuri)

Air raksa atau merkuri adalah sebuah elemen yang berasal dari kerak bumi. Manusia tidak bisa menciptakan atau memusnahkan merkuri. Merkuri termasuk salah satu logam berat, dengan berat molekul yang tinggi. Di banyak negara berkembang, merkuri digunakan untuk mengeluarkan emas dari batu dalam skala kecil pada pertambangan. Eksposur melalui merkuri dalam skala kecil untuk masyarakat tambang, sangat berbahaya bagi kesehatan, terutama untuk anak-anak yang tinggal dan bekerja di sana [S. Bose, 2008]. Merkuri adalah logam yang ada secara alami dan salah satu dari lima unsur (bersama cesium, francium, galium, dan brom) yang berbentuk cair dalam suhu kamar. Logam murninya berwarna keperakan, cairan tak berbau, dan mengkilap. Bila dipanaskan sampai

suhu 357°C , air raksa akan menguap dan akan meleleh pada suhu $-38,9^{\circ}\text{C}$. Merkuri akan memadat pada tekanan 7.640 atm. Bentuk-bentuk lain dari merkuri (Hg) secara alami dapat ditemukan dalam elemen-elemen yang dapat dijumpai di udara, air, dan tanah yang dapat berbentuk unsur merkuri (Hg^0), merkuri monovalen (Hg^{1+}), dan bivalen (Hg^{2+}). Logam merkuri banyak digunakan dalam industri produksi gas klor, termometer, baterai, lampu neon, dan lampu mobil. Khusus untuk termometer, merkuri jauh lebih akurat dari pada yang menggunakan alkohol, karena mudah sekali dipengaruhi oleh perubahan suhu meskipun harus dilakukan pewarnaan terlebih dahulu. Selain digunakan dalam industri pabrik, merkuri juga banyak digunakan untuk kegiatan penambangan emas tradisional tidak berizin (PETI) biasa disebut “air kuik” oleh penambang tradisional untuk menghasilkan logam emas.

2.3 Bahaya Merkuri

Air raksa atau merkuri sangat beracun. Dalam kadar rendah, logam berat ini umumnya sudah beracun bagi tumbuhan dan hewan, termasuk manusia. Merkuri dapat menyebabkan kerusakan pada sistem saraf meskipun hanya terpapar dalam tingkat yang relatif rendah. Hal ini terutama berbahaya bagi ibu yang sedang hamil. Perkembangan anak-anak karena senyawa merkuri dapat menyebabkan cacat fisik maupun mental pada kelahiran janin. Air raksa atau Merkuri terkumpul/ terakumulasi dalam tubuh manusia dan hewan melalui siklus (daur) rantai makanan, terutama dalam beberapa jenis ikan dan kerang-kerang karena lingkungan perairan mereka telah tercemar dengan senyawa merkuri. Senyawa air raksa atau merkuri yang terikat dengan satu senyawa karbon, akan membentuk senyawa merkuri organik, contohnya metil (organik) merkuri. Senyawa merkuri organik dianggap lebih berbahaya dan dapat larut dalam lapisan lemak pada kulit yang menyelimuti inti saraf. Metil merkuri merupakan merkuri organik yang selalu menjadi perhatian serius dalam toksikologi (ilmu pengetahuan tentang racun). Hal ini karena metil merkuri dapat diserap secara langsung melalui pencernaan ikan, hewan, dan manusia dan akan terakumulasi didalam tubuh ikan, hewan dan manusia, mengikuti pola rantai makanan. (Lodenis dan Malm, 1998, Veiga, et al, 1999, dalam Limbong, 2003). Selain itu, Senyawa merkuri dapat memasuki tubuh melalui pernapasan dengan kadar penyerapan 80 %. Uapnya dapat menembus membran paru-paru dan apabila terserap ketubuh, senyawa merkuri akan terikat dengan protein sulfhidril seperti sistem dan glutamine. Di dalam darah, 90 % dari metil merkuri diserap ke dalam sel darah merah. Metil merkuri juga dijumpai dalam rambut.

BAB 3.

TUJUAN DAN MANFAAT

3.1 Tujuan

Secara umum penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki sifat sifat-optik dan permukaan serat kapok setelah dicuci dengan deterjen dan kemudian dikeringkan. Adapun secara khusus penelitian ini bertujuan untuk :

1. Memperoleh kapok fiber yang dapat menyerap merkuri dari air.
2. Mengukur daya serap kapok fiber terhadap merkuri.

Ini menjadi sangat penting (urgen) karena persoalan pencemaran merkuri dilingkungan pertambangan merupakan masalah yang belum dapat diselesaikan khususnya di negara berkembang. Berbagai persoalan yang menjadi kendala adalah tidak adanya solusi yang ekonomis bagi penambang tradisional bagi persoalan pencemaran merkuri di perairan. Solusi yang sederhana dan ekonomis yang dapat diharapkan untuk menyelesaikan persoalan pencemaran lingkungan misalnya teknik phytoremediasi [Sakakibara, 2011].

Teknik fitoremediasi dengan menggunakan tumbuhan pteris vitata dapat mendekontaminasi pencemaran oleh unsur arsenik (As) [Sakakibara, 2011], dan berbagai kontaminasi dari tanah. Luaran Yang Ditargetkan Pelaksanaan penelitian ini bertempat di Laboratorium Fisika dan di Kabupaten Gorontalo Utara sebagai lapangan, Adapun luaran yang di targetkan dalam penelitian ini, antara lain:

3.2 Manfaat

Memberikan salah satu solusi tentang upaya untuk mengatasi permasalahan kebutuhan air bersih dengan menggunakan bahan lokal dari alam yang mudah didapat dan menggunakan teknologi yang sederhana.

BAB 4.

METODE PENELITIAN

4.1 Mempersiapkan kapok fiber

Kapok Fiber diperoleh dari Buah Kapok yang banyak ditemukan di Gorontalo, dengancara membelah buah kapok dan memisahkan biji kapok dari serat Kapok/Kapok Fiber. Kapokfiber kemudian dicuci dengan campuran air dansabun cuci (sabun detergent yang umum dipasar). Metode pencucian kapok fiber yang optimum akan diselidiki dengan membuat variasidari berbagai besaran sebagai berikut: konsentrasi sabun cuci, suhu pencucian, lamapencucian, pembilasan, suhu pengeringan.

4.2 Mengukur daya serap kapok fiber terhadap partikel-partikel tanah

Merkuri dalam sedimen terikat dengan partikel-partikel tanah sehingga kemampuan serat kapok untuk menyerap partikel-pertikel tanah sangat penting untuk dilakukan. Kemampuan serat kapok termodifikasi untuk mengikat partikel tanah bisa dipengaruhi oleh proses pencucian. Daya serap kapok terhadap merkuri akan diuji dengan menggunakan serat kapok termodifikasi untuk menyaring partikel-pertikel tanah yang mengandung merkuri. Jumlah partikel-partikel tanah yang terserap oleh kapok akan menunjukkan kemampuan serapan serat kapok terhadap merkuri. Jumlah partikel yang terserap tersebut akan diukur dengan menggunakan neraca analitik yang sangat sensitif sehingga dengan membandingkan massa serat kapok kering sebelum dan sesudah eksperimen, massa pertikel yang terserap dapat ditentukan.

4.3 Karakterisasi Kapok fiber

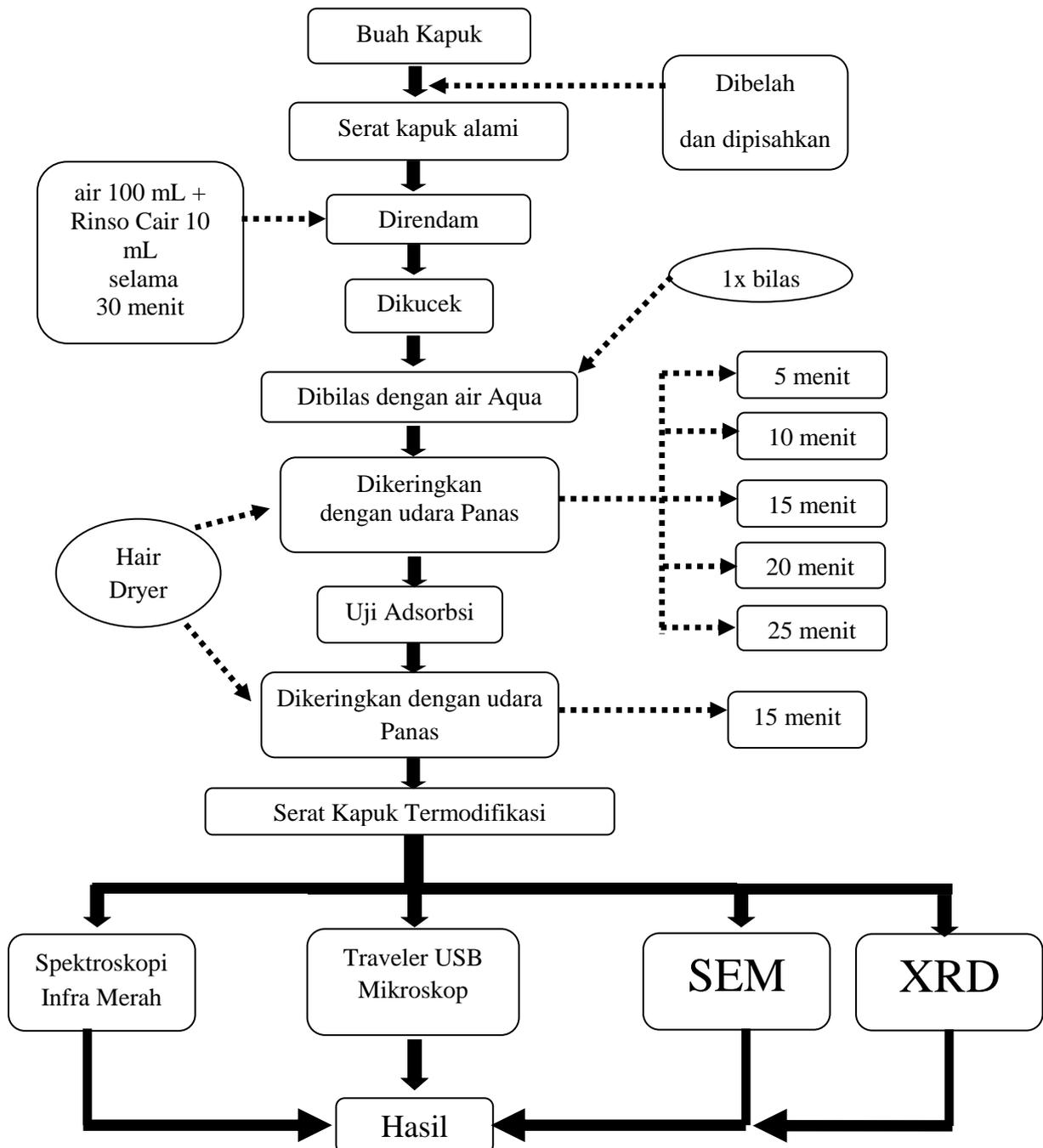
Karakterisiti kapok fiber yang disiapkan dengan metode diatas akan diselidiki dengan menggunakan Spektroskopi Fourier Transform Infra Red (FTIR), Spektroskopi sinar X (XRD), dan Scanning electron Microscope (SEM). Sifat – sifat kapok fiber akan diselidiki dengan menggunakan Spektroskopi infra merah yang tersedia di Laboratorium Kimia Universitas Negeri Gorontalo. Adapun sifat permukaan kapok fiber ini akan dipelajari dengan menggunakan Scanning Electron Microscope (SEM) yang tersedia dilaboratorium SEM di Jurusan Earth Science Ehime University. Kandungan merkuri dan partikel tanah yang erserap oleh serat kapok dapat ditentukan oleh spektroskopi sinar X, mikroskop optik dan neraca analitik yang sangat sensitif. Ketiga alat yang disebut terakhir tersedia di laboratorium Fisika Universitas Negeri Gorontalo.

4.4 Studi adsorpsi-desorpsi

Daya serap kapok terhadap merkuridan logam berat lain akan diselidiki dengan metode adsorpsi –desorpsi sebagaimana dijelaskan pada berbagai literatur. [Shukla, 2005a] dan [Shukla, 2005b].

4.5 Bagan Penelitian

Secara skematis seluruh proses peneltian dapat digambarkan dalam bagan yang tampak pada Gambar 4.

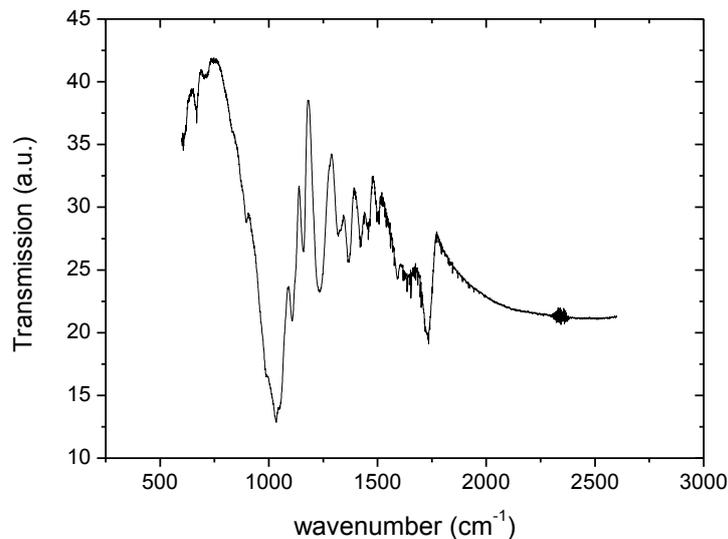


Gambar 3. Diagram alir penelitian.

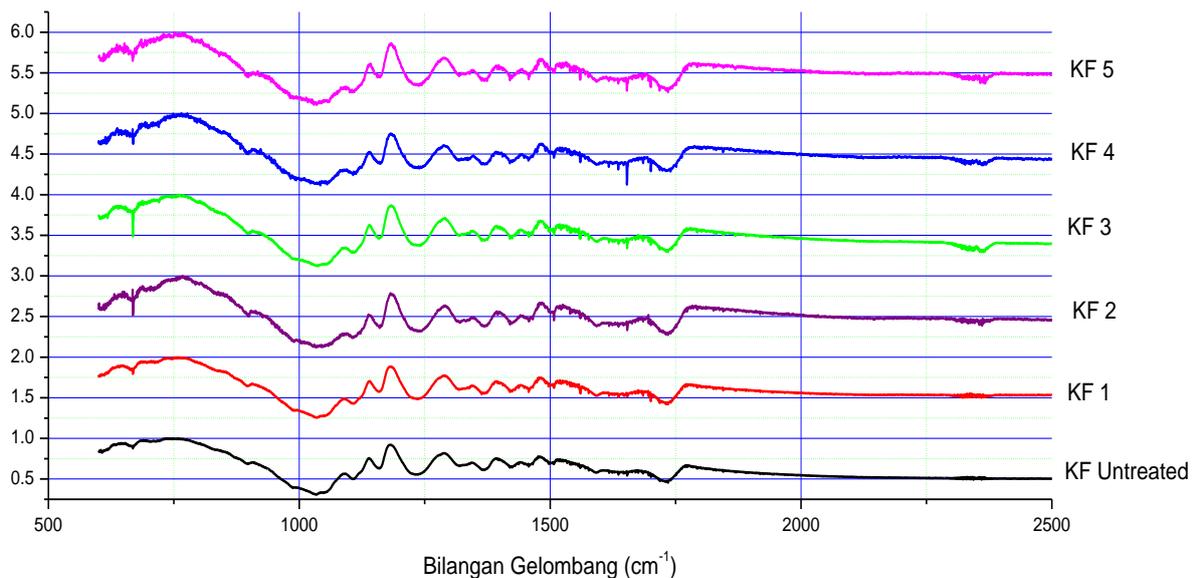
BAB 5. HASIL YANG DICAPAI

5.1 Sifat Optik.

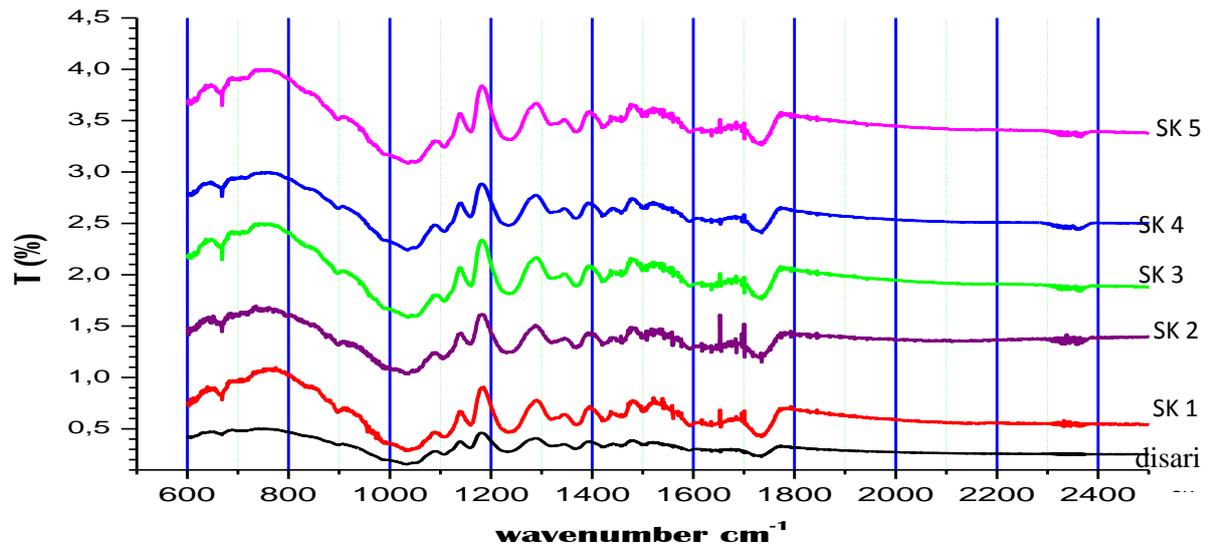
Sifat Optik serat kapok ditentukan melalui kurva absorpsi/transmisi infra merah. Gambar 5 menunjukkan spektrum transmisi sinar infra merah dari serat kapok alamiah (belum mengalami perlakuan). Tampak sidik jari molekul molekul lignin seperti ditampilkan pada tabel 1.



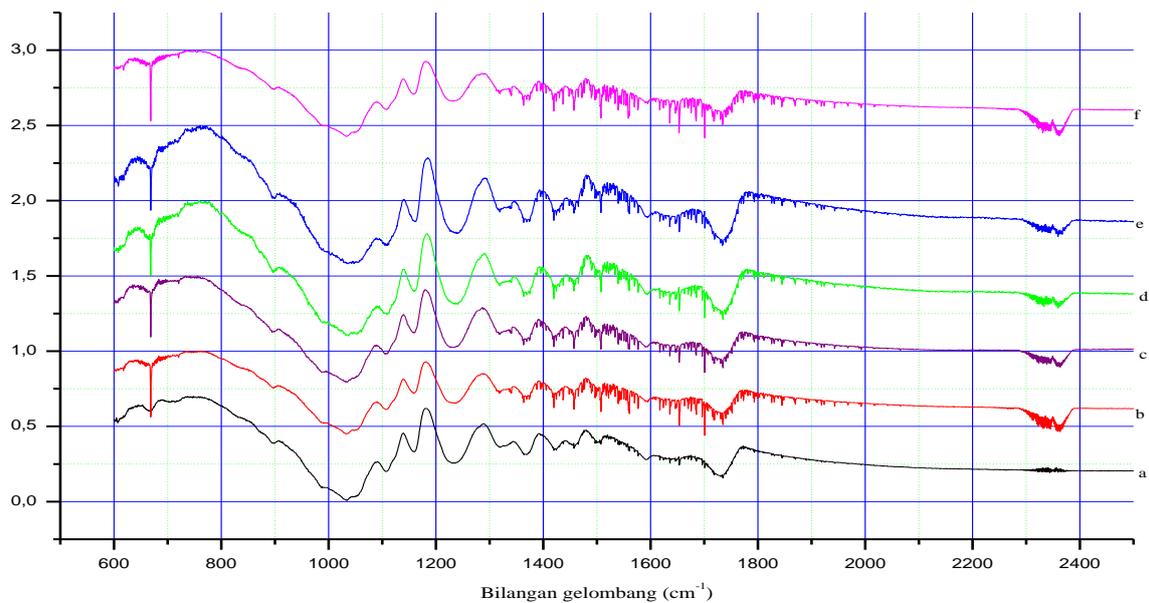
Gambar4. Kurva transmisi spektrum infra merah dari serat kapok yg belum mengalami perlakuan.



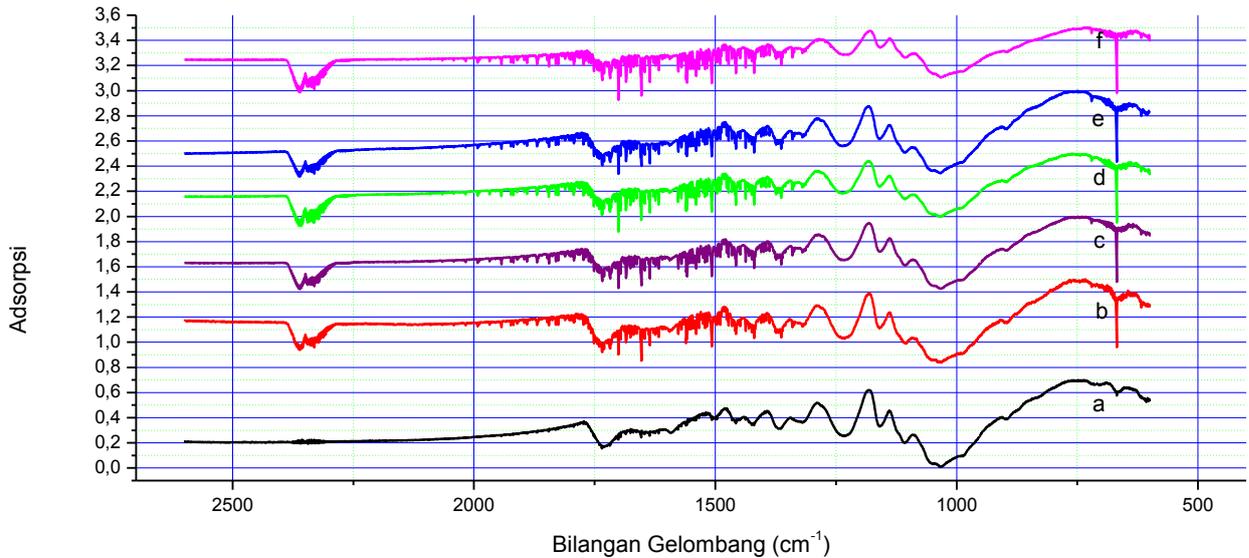
Gambar 5. Grafik perbandingan nilai bilangan gelombang untuk setiap sampel serat kapok dengan perlakuan variasi waktu pengeringan.



Gambar 6. Spektroskopi Infra Merah serat kapuk sebelum dan sesudah diberi perlakuan dengan proses pencucian dengan memvariasikan waktu perendaman.



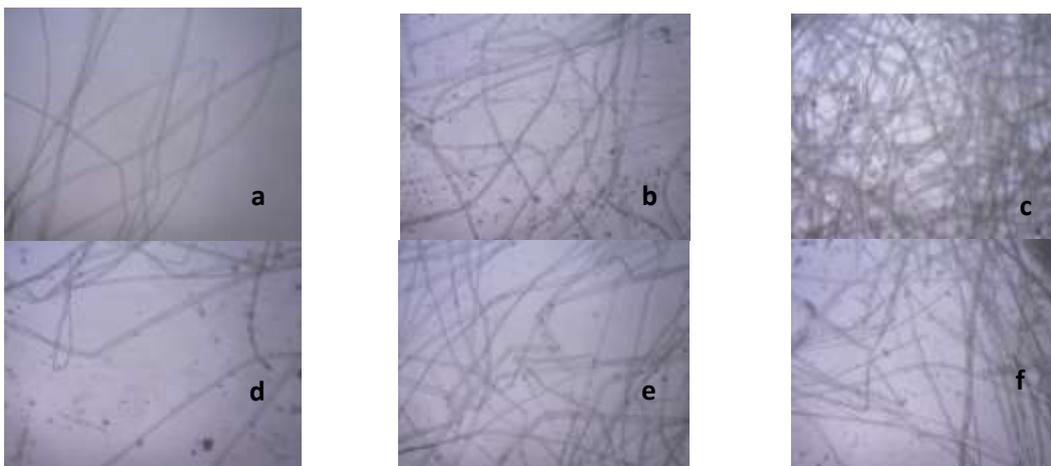
Gambar7. Spektrum Spektroskopi Inframerah (IR) sampel serat kapuk dengan perlakuan variasi suhu pencucian.. (a) Serat kapuk tanpa diperlakukan, (b) serat kapuk dengan suhu larutan 30⁰C, (c) serat kapuk dengan suhu larutan 35⁰C, (d) serat kapuk dengan suhu larutan 40⁰C, (e) serat kapuk dengan suhu larutan 45⁰C, (f) serat kapuk dengan suhu larutan 50⁰C.



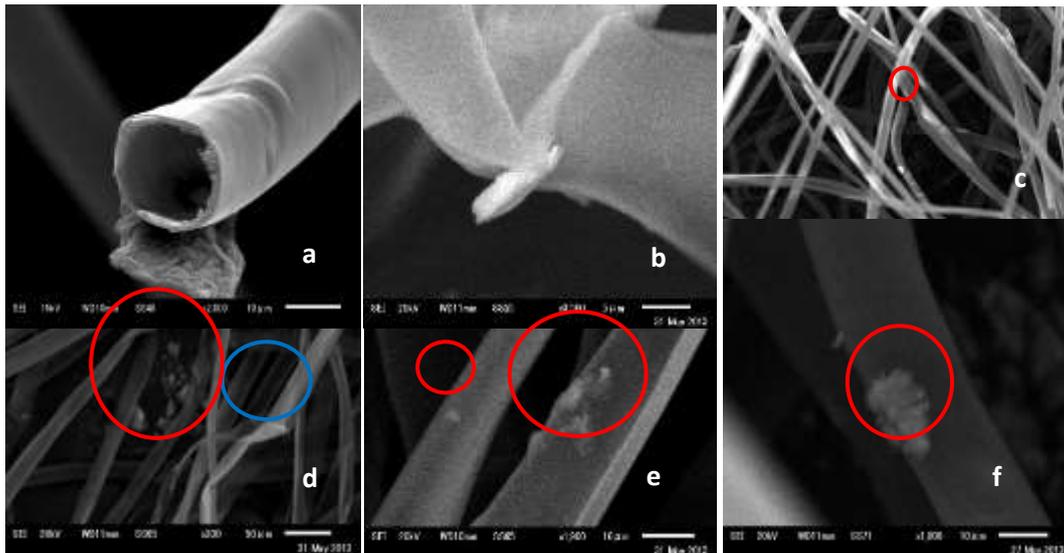
Gambar 8. Spektrum Transformasi Fourier Spektroskopi Inframerah (FTIR). (a) Serat kapuk tanpa diperlakukan, (b) Serat Kapuk dengan kosentrasi 10 ml, (c) Serat Kapuk dengan kosentrasi 20 ml, (d) Serat Kapuk dengan kosentrasi 30 ml, (e) Serat Kapuk dengan kosentrasi 40 ml, (f) Serat Kapuk dengan kosentrasi 50 ml.

5.2 Sifat Permukaan

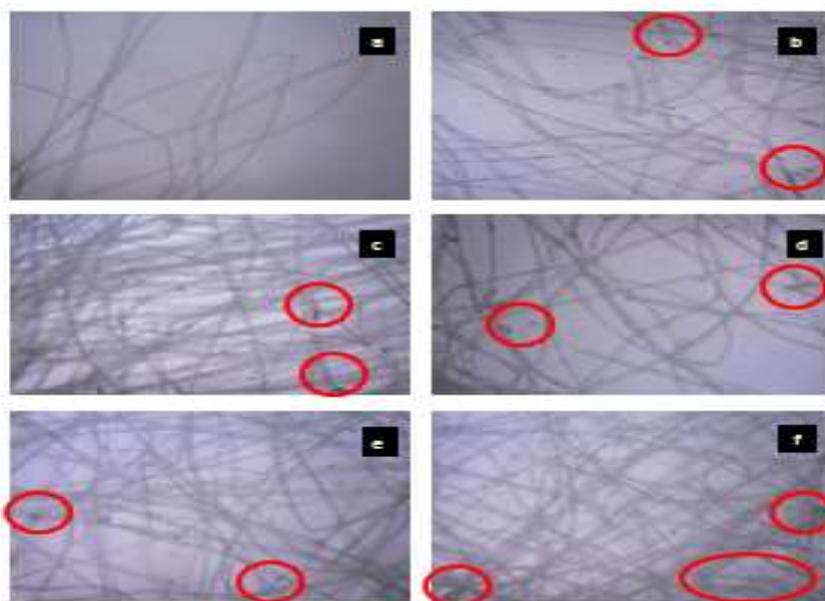
Sifat permukaan serat kapok dipelajari dengan menggunakan Mikroskop Elektron (Scanning electron Microscope) yang tersedia melalui kolaborasi dengan Prof. Masayuki Sakakibara dan Prof. Hiromichi Takebe dari Jurusan Earth Science dan Material Science Ehime University, Jepang. Dalam hal ini peneliti utama dan anggota peneliti diberikan kesempatan untuk melakukan pengukuran dengan menggunakan peralatan tersebut.



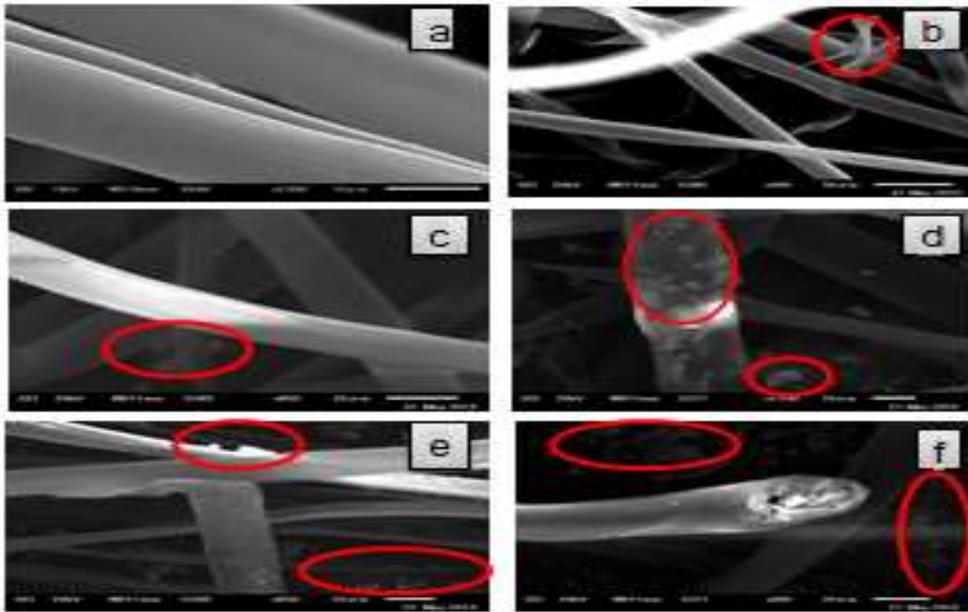
Gambar 9. Hasil foto mikroskop perbesaran 200 X dengan cahaya atas bawah dari serat kapuk (a) alami dan yang di cuci pada larutan sabun dengan berbagai suhu (b) 30⁰C, (c) 35⁰C, (d) 40⁰C, (e) 45⁰C dan (f) 50⁰C.



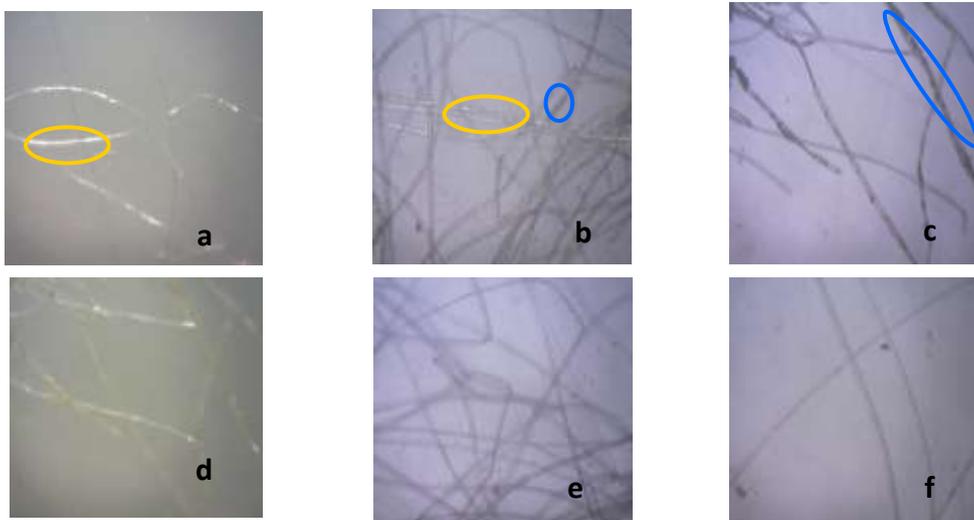
Gambar 10. Hasil foto Scanning Electron Microscope (SEM) (a) serat kapuk alami, (b) serat kapuk dengan suhu larutan 30⁰C , (c) serat kapuk dengan suhu larutan 35⁰C, (d) serat kapuk dengan suhu larutan 40⁰C, (e) serat kapuk dengan suhu larutan 45⁰C, (f) serat kapuk dengan suhu larutan 50⁰C



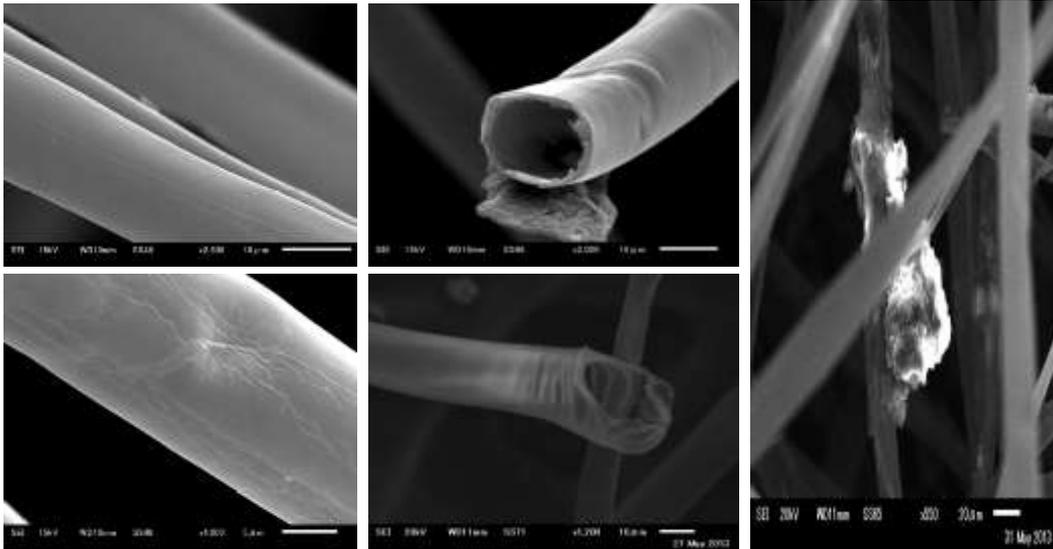
Gambar 11. Hasil foto mikroskop Traveler USB dengan perbesaran 200 X(a) Serat kapuk alami, (b) Serat kapuk setelah perlakuan (kosentrasi 10 ml), (c) Serat kapuk setelah perlakuan (kosentrasi 20 ml), (d) Serat kapuk setelah perlakuan (kosentrasi 30 ml), (e) Serat kapuk setelah perlakuan (kosentrasi 40 ml), dan (f) Serat kapuk setelah perlakuan (kosentrasi 50 ml). Lingkaran merah menyatakan adanya partikulat air yang menempel pada serat kapuk.



Gambar 12. SEM.(a) Serat kapuk tanpa perlakuan, (b) Serat kapuk setelah perlakuan (kosentrasi 10 ml), (c) Serat kapuk setelah perlakuan (kosentrasi 20 ml),(d) Serat kapuk setelah perlakuan (kosentrasi 30 ml), (e) Serat kapuk setelah perlakuan (kosentrasi 40 ml), dan (f) Serat kapuk setelah perlakuan (kosentrasi 50 ml). Lingkaran merah menyatakan adanya partikulat airyang menempel pada serat kapuk.



Gambar 13. Hasil foto mikroskop Traveler USB dengan perbesaran 200 X(a) Serat kapuk alami, (b) Serat kapuk setelah perlakuan (perendaman 30 menit), (c) Serat kapuk setelah perlakuan (perendaman 60 menit), (d) Serat kapuk setelah perlakuan (perendaman 90 menit), (e) Serat kapuk setelah perlakuan (perendaman 120 menit), dan (f) Serat kapuk setelah perlakuan (perendaman 150 menit).



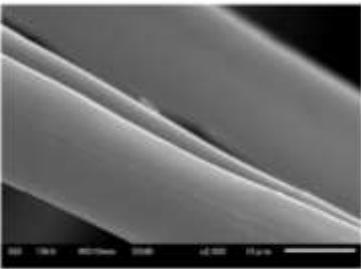
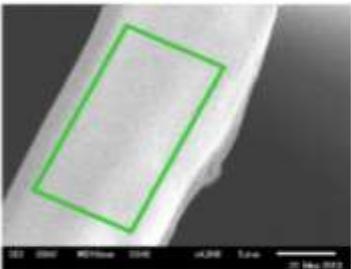
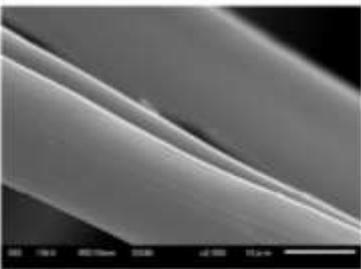
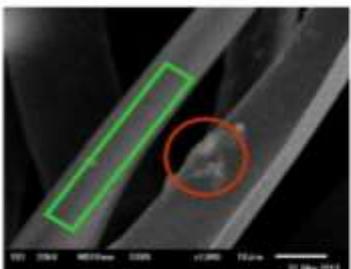
Gambar 14. Serat Kapuk sebelum diberi perlakuan (a) dan setelah diberi perlakuan (b), rongga serat kapuk sebelum perlakuan (c), rongga serat kapuk setelah perlakuan (d), partikulat yang menempel pada serat kapuk (e) dilihat dengan mikroskop elektron SEM

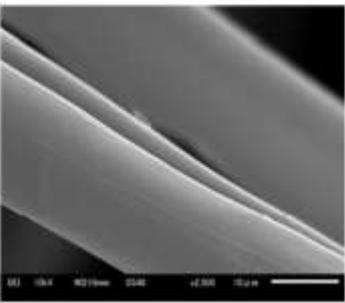
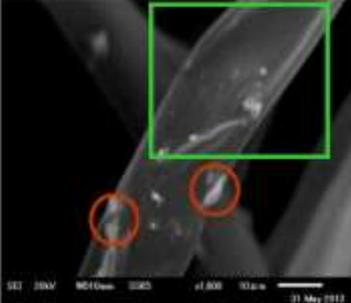
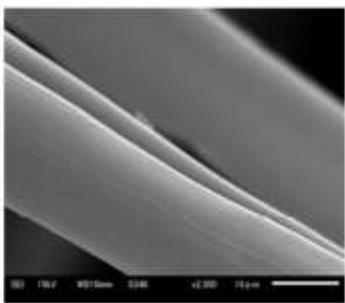
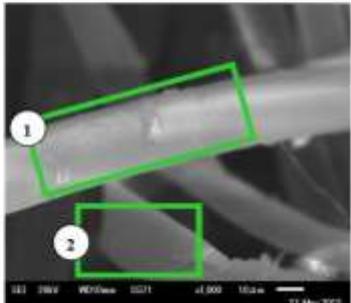
Tabel 2. Hasil penelitian serat kapuk menggunakan Traveler USB Mikroskop

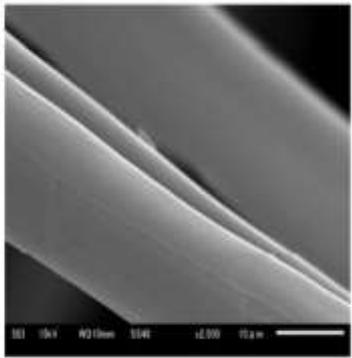
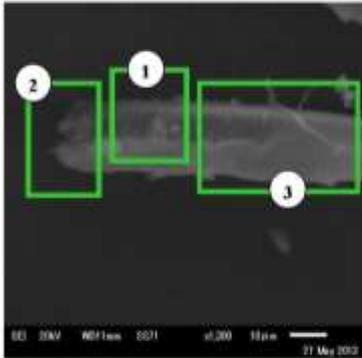
Nomor Sampel Serat Kapuk (KF)	Waktu Pengeringan	Gambar Serat Kapuk yang diuji dengan Traveler USB Mikroskop		Keterangan
		Sebelum perlakuan (Untreatment)	Sesudah Perlakuan (Treatment)	
KF 1	5 Menit			Tampak partikel yang menempel pada serat kapuk seperti sebutir kerikil
KF 2	10 Menit			Tampak partikel yang menempel pada serat kapuk menyebar ke beberapa bagian serat dengan jumlah yang lebih banyak dari KF 1
KF 3	15 Menit			Tampak partikel yang menempel pada serat kapuk menyebar ke suatu bagian serat (saling memadat) dengan jumlah yang lebih banyak dari KF 2
KF 4	20 Menit			Tampak partikel yang menempel pada serat kapuk menyebar ke beberapa bagian serat (saling memadat) dengan jumlah yang lebih banyak dari KF 3
KF 5	25 Menit			Tampak partikel yang menempel pada serat kapuk menyebar hampir menyelimuti seluruh bagian sampel serat dengan jumlah yang lebih banyak dari KF 4

Tabel 3. Hasil penelitian sifat permukaan serat kapuk menggunakan Scan Electro

Mikroskop (SEM)

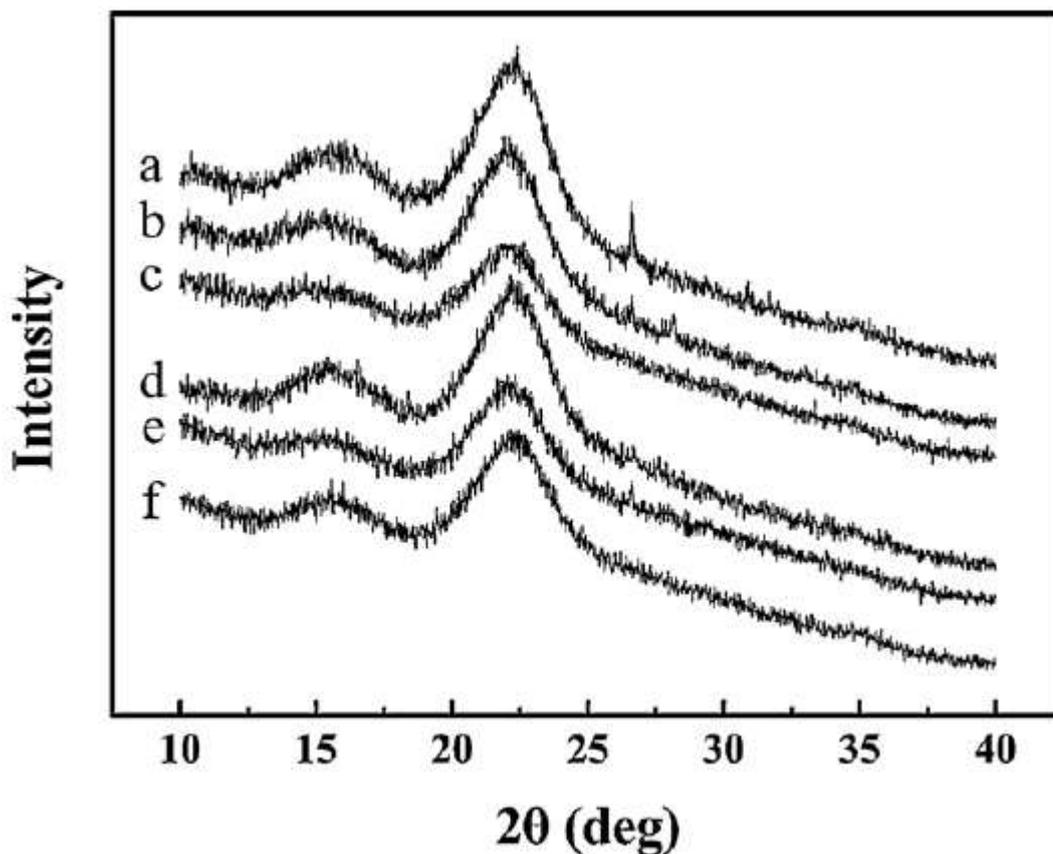
Nomor Sampel Serat Kapuk (KF)	Waktu Pengeringan	Gambar Serat Kapuk yang diuji dengan SEM		Keterangan
		Sebelum Perlakuan (Untreatment)	Sesudah Perlakuan (Treatment)	
KF 1	5 menit			Setelah diberikan perlakuan permukaan serat kapuk tampak menjadi lebih kasar dibandingkan dengan serat kapuk sebelum ditreatment
KF 2	10 menit			KF 2 setelah diberikan perlakuan 10 menit permukaan seratnya tampak menjadi kasar (hampir sama dengan KF1) dan terlihat partikel yang menempel pada permukaannya

Nomor Sampel Serat Kapuk (KF)	Waktu Pengeringan	Gambar Serat Kapuk yang diuji dengan SEM		Keterangan
		Sebelum perlakuan (Untreatment)	Sesudah Perlakuan (Treatment)	
KF 3	15 menit			Terjadi perubahan bentuk pada permukaan serat kapuk, yang tadinya rata berubah menjadi agak menyusut (kotak hijau) dan tampak partikel yang menempel pada permukaan serat lebih banyak dari sebelumnya (lingkaran merah)
KF 4	20 menit			Permukaan serat kapuk menjadi retak atau berkeriput (kotak 1) dan menyusut (kotak 2) sehingga membuat permukaannya tampak lebih kasar

Nomor Sampel Serat Kapuk (KF)	Waktu Pengeringan	Gambar Serat Kapuk yang diuji dengan SEM		Keterangan
		Sebelum perlakuan (Untreatment)	Sesudah Perlakuan (Treatment)	
KF 5	25 menit			Permukaan serat kapuk menjadi retak atau berkeriput (1), menyusut (2), sebagian permukaannya terkupas seperti selaput buah salak yang dikupas (3), sehingga membuat permukaannya tampak lebih kasar dari KF 1 sampai KF 4.

5.3 Struktur dengan Diffraksi Sinar X

Struktur serat kapok dapat dipelajari dengan sinar-X, Gambar 6 menunjukkan adanya kristalin didalam molekul pembentuk serat kapok.



Gambar 15. Difraksi sinar x dari kapok (a) untreated, diberi perlakuan (b) variasi waktur rendaman air sabun (c) variasi konsentrasi air sabun (d) variasi suhu air sabun rendaman (e) variasi suhu pengeringan (f) variasi waktu rebusan air.

BAB 6.

RENCANA TAHAPAN SELANJUTNYA

6.1 Optimasi perlakuan pencucian kapok

Pencucian kapok dengan menggunakan deterjen telah memberikan hasil berupa serat kapok yang bersifat hidrofilik, dan sudah dapat mengikat partikulat logam dengan baik. Namun optimasi parameter termal pencucian kapok perlu di pelajari lagi pada suhu yang lebih tinggi, sebab aktivitas sabun dalam mengikat lignin bisa lebih tinggi pada suhu tinggi.

6.2 Pengembangan kolom penjernihan air

Masalah ketersediaan air minum yang bersih di daerah Gorontalo khususnya di daerah Gorontalo Utara masih menjadi yang mahal, harga satu galon air minum kemasan bisa mencapai 20 ribu rupiah per galon isi 19 liter. Dengan menggunakan kolom air berbasis kapok kami sudah dapat menjernihkan air, kemampuan kolom penjernihan air tersebut perlu untuk ditingkatkan baik kapasitas maupun kualitas air yang dihasilkan.

BAB 7.

KESIMPULAN DAN SARAN

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan uraian hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa suhu larutan saat pencucian serat kapuk dapat mempengaruhi daya serap serat kapuk terhadap air yang tercemar pada limbah pertambangan. Dimana semakin tinggi suhu larutan saat pencucian, daya absorpsi serat kapuk semakin baik. Hal ini dapat dilihat pada hasil yang telah diperoleh peneliti dari lama waktu penyaringan, dimana semakin tinggi suhu pencucian waktu yang dibutuhkan semakin sedikit, warna air setelah penyaringan lebih terang dibandingkan dengan sebelum penyaringan, permukaan serat kapuk setelah perlakuan mengalami perubahan yaitu permukaan serat kapuk menjadi semakin kasar yang menandakan bahwa lignin dalam serat kapuk berkurang yang menunjukkan kemampuan absorpsi semakin baik.

Selain itu bahwa kapasitas absorpsi dari setiap perlakuan serat kapuk dengan konsentrasi deterjen yang berbeda pada setiap perlakuan, hasilnya berbeda setelah diuji dengan menggunakan alat ukur FTIR, SEM, dan Mikroskop Traveler USB. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi sabun, maka semakin banyak pula partikel dalam air sungai yang diserap serat kapuk.

Dengan demikian serta kapuk yang diberikan perlakuan waktu pengeringan yang semakin lama, yakni 25 menit dengan udara panas dapat lebih banyak mengadsorpsi partikulat dalam air yang tercemar oleh limbah pertambangan.

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diulas, maka kesimpulannya adalah :

1. Serat kapuk yang optimal sebagai bahan adsorben yang baik yang diberi perlakuan dengan cara merendam serat kapuk ke dalam larutan deterjen yakni serat kapuk yang direndam selama 60 menit (SK 2)
2. Kandungan lignin yang paling sedikit dengan melihat kemampuan adsorpsi relatifnya pada tabel 9 yakni pada serat kapuk yang ke-2 sebanyak 8,9.
3. Partikel logam pada air yang dapat diserap oleh serat kapuk yang telah diberi perlakuan adalah Fe, C, Al, Cu, Hg, Mg, dan Si.

7.2 Saran.

Oleh karena itu peneliti merekomendasikan beberapa hal, yaitu sebagai berikut;

1. Pengembangan metode bioremediasi air dengan menggunakan serat kapuk sebagai bahan adsorpsi partikulat dalam air yang tercemar dengan teknologi sederhana dan ramah lingkungan.

2. Penelitian lanjutan mengenai adsorpsi serat kapuk terhadap partikulat merkuri dalam air.
3. Pengembangan budidaya tanaman kapuk untuk mensuplai pengembangan metode remediasi air tersebut.
4. Pengembangan serat kapuk untuk dimanfaatkan dalam bisnis penyaringan air.

DAFTAR PUSTAKA

- [BLH Gorut, 2011] Badan Lingkungan Hidup Kabupaten Gorontalo Utara,” Laporan Akhir: Studi kandungan merkuri dalam darah masyarakat penambang di Desa Buladu kecamatan sumalata kabupaten Gorontalo Utara Provinsi Gorontalo” (2011).
- [Bose’2008] Bose, Stephan -O’Reilly. 2008. Mercury as a serious health hazard for children in gold mining areas. *Environmental Research* 107 (2008): 89.
- [Chung, 2008] B.Y. Chung, J. Y.Cho, M. H. Lee, S. G. Wi, J. H. Kim, J. S. Kim, P. H. Kang and Y. C. Nho,”Adsorption of Heavy Metal Ions onto chemically Oxidized Ceiba pentandra (L.) Gaertn. (Kapok) fibers”, *J. Appl. Biol. Chem* 5 (2008) 28.
- [Gomes, 2007] C. S. F. Gomes and J. B. P. Silva,”Minerals and Clay minerals in Medical Geology”, *Applied Clay Science* 36 (2007) 4-21.
- [Huynh, 2003] H. T. Huynh, M. Tanaka, “Removal of Bi, Cd, Co, Cu, Fe, Ni, Pb, and Zn from an Aqueous Nitrate Medium with Bis(2-ethylhexyl)phosphoric Acid Impregnated Kapok Fiber” *Ind. Eng. Chem. Res.*, 42 (2003) 4050.
- [Ilahude, 2010] D. Ilahude and E. Herawati, “Heavy metal contents in marine sediments and seawater at totok bay area, North Sulawesi”, *Bull of Marine Geology* 25 no. 1 (2010) 39.
- [Jahja, 2013] Removing water pollutant with kapok fiber, presented in Group Seminar of Prof. Takebe, Graduate School of Science and Technology, Ehime University Japan, 15 February 2013.
- [Limbong, 2003] Emissions and environmental implications of mercury from artisanal gold mining in north Sulawesi, Indonesia. *The Science of the Total Environment* 302 (2003): 228.
- [Liu, 2012] Y. Liu, J. Wang, Y.Zheng and A. Wang,”Adsorption of methylene blue by kapok fiber treated by sodium chlorite optimized with response surface methodology”, *Chem. Eng. Jour.* 184 (2012) 248-255.
- [PP, 2001] Peraturan Pemerintah Republik Indonesia tahun 2001 Nomor 82, tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air.
- [Sakakibara,2011] M. Sakakibara, Y. Ohmori, N. T. H. Ha, S. Sano and K. Sera, “Phytoremediation of heavy metal-contaminated water and sediment by *Eleocharis acicularis*, *Clean –Soil Air water* 2011, 39 (8) 735.
- [Shukla, 2005a] S.R Shukla and R.S. Pai, “Adsorption of Cu(II) and Ni(II), Zn(II) on dye loaded groundnut shells and sawdust, *Separ Purif. Methods* 43 (2005) 1.
- [Shukla, 2005b] S.R Shukla and R.S. Pai, “Adsorption of Cu(II) and Ni(II), Zn(II) on modified jute fibers, *Biores Technol* 96 (2005) 1430.

[Zheng, 2012] Y. Zheng, W. Wang, D. Huang and A. Wang, “Kapok fiber oriented-polyaniline nanofibers for efficient Cr(VI) removal”, Chem. Eng. Journal 191 (2012) 154.

Lampiran 1

PENGARUH WAKTU PERENDAMAN SERAT KAPUK SEBAGAI BAHAN PENGIKAT PARTIKULAT LOGAM DALAM AIR SUNGAI

Nurfitri Abdul Gafur, Mohamad Jahja*, Nova E. Ntobuo**
Jurusan Fisika. Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo. Indonesia

Juli 2013

Email : nurfitri.gafur@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh pembersihan serat kapuk sebagai bahan pengikat partikulat logam berat dalam air yang tercemar dengan variasi waktu perendaman. Metode yang digunakan dalam penelitian ini yakni penelitian eksperimen. Sampel pada penelitian ini adalah serat kapuk. Permukaan serat kapuk (SK) diselidiki dengan Mikroskop Optik, Mikroskop Elektron dan Spektroskopi Infra Merah. Hasil dari analisa SK dengan FTIR dianalisis dengan menggunakan aplikasi origin versi 6.0. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lamanya waktu perendaman mempengaruhi waktu uji absorpsi setiap sampel serat kapuk, warna sampel air yang diuji, permukaan serat kapuk, absorpsi relatif, banyaknya partikel yang menempel pada serat kapuk serta logam berat apa saja yang dapat ditangkap oleh serat kapuk tersebut. Sesuai hasil penelitian bahwa lamanya waktu perendaman mempengaruhi daya serap serat kapuk berdasarkan hasil analisis Spektroskopi Infra Merah, Mikroskop Optik dan Scanning Electron Microscope. Serat kapuk yang baik ditunjukkan oleh serat kapuk yang ke-2 (SK 2: waktu perendaman 60 menit) dengan total kandungan lignin paling sedikit yakni sebanyak 8,9. Sedangkan partikulat atau logam yang dapat ditangkap oleh serat kapuk dari air yang tercemar tersebut berupa Fe, C, Al, Hg, Cu, Mg dan Si.

Kata Kunci : Serat Kapuk, Waktu Perendaman, FTIR, SEM

Abstract

This study aimed to determine the effect of cleaning Kapok fiber as material binder particulate heavy metals in water with soaking variations time. The method used in this study is experimental study. Kapok fiber surface (KF) investigated with optical microscope, Electron Microscopy and Infrared Spectroscopy. Results of this KF analysis with FTIR analyzed using origin application version 6.0. The results showed that the soaking duration time, surface of KF, the relative absorption, particles attached to the Kapok Fiber and heavy metal what can be captured by KF. According to the results of research that the length of soaking time affect the absorption of KF by Infrared Spectroscopy analysis, Optical Microscopy and Scanning Electron Microscope. Kapok Fiber is well demonstrated by the second Kapok Fiber (KF 2 : immersion time 60 min) with total lignin content at least as much as 8.9. While particulate that can be captured by the Kapok Fiber from the contaminated water are Fe, C, Al, Hg, Cu, Mg and Si.

Keyword : Kapok Fiber, Soaking Time, FTIR, SEM

PENDAHULUAN

Begitu banyak limbah industri seperti merkuri (Hg), kromium (Cr), dibuang yang berasal dari limbah industri seperti limbah dari elektroplating, fabrikasi baja, industri tekstil, maupun limbah tambang emas yang merupakan ancaman bagi air permukaan dan air tanah (Zheng, 2012). Air permukaan dan air tanah seperti sungai yang merupakan sumber air terbesar yang kini telah mengandung merkuri sangat berbahaya bagi kesehatan. Di Indonesia dan Zimbabwe tercatat 166 anak secara klinis telah terkontaminasi dengan merkuri dan anak-anak di 50 negara yang tinggal di daerah sekitar pertambangan diyakini telah terkontaminasi dengan merkuri (Bose-O'Reilly, 2008).

Dengan tercemarnya sumber air yang sering digunakan dalam kehidupan sehari-hari seperti mencuci, memasak bahkan dalam irigasi pertanian sangat merusak kesehatan sehingga proses pengurangan kandungan logam berat berbahaya ini perlu dilakukan. Seperti halnya di daerah Sungai Wubudu merupakan daerah yang dekat dari daerah pertambangan kira-kira ± 1.5 km dari tempat pengolahan emas. Hal ini sangat mempengaruhi kualitas air jika air sungai tersebut membawa muatan berupa materi atau logam berat dari hasil kegiatan pertambangan tersebut.

Untuk mengurangi kandungan logam berat dalam air biasanya menggunakan adsorben untuk menyerap logam berat berbahaya dalam air yang tercemar. Adsorben yang paling banyak dilakukan untuk mengurangi kandungan logam berat dalam air yang tercemar limbah membutuhkan biaya yang tinggi sedangkan adsorben yang biayanya cukup murah seperti pasir, sepiolite, kulit jeruk, kulit pisang bahkan berbagai macam serat kini sudah dilakukan namun persediaannya terbatas dan regenerasinya sedikit (Liu, 2012). Hingga di tahun 2012 telah dilakukan gebrakan baru untuk meremediasi limbah partikel logam berat dengan menggunakan serat kapuk dengan cara mengubah sifat serat kapuk yang hidrofobik menjadi hidrofilik yang telah diberi perlakuan kimiawi sehingga dapat juga digunakan untuk menyerap Cr (VI) dengan efektif (Zheng, 2012) dan ion-ion logam berat seperti: timbal (Pb), tembaga (Cu), kadmium (Cd) dan seng (Zn) (Chung, 2008). Akan tetapi dengan perlakuan kimiawi terhadap serat kapuk akan menjadi mahal sebagai bahan remediasi polusi air. Perlakuan seperti di atas perlu dikembangkan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, telah didapat serat kapuk yang hidrofilik dengan proses pencucian menggunakan larutan detergen dengan indikator pengotornya adalah pewarna (Gafur, 2012).

TINJAUAN PUSTAKA

Kapuk

Kapuk (*Ceiba Pentandra*) adalah pohon tropis yang tergolong ordo Malvales dan famili Malvalace (berasal dari bagian utara dari Amerika Selatan, Amerika Tengah dan Karibia). Di Indonesia tanaman ini tersebar di pulau Jawa, Sulawesi disekitar Tanette dan pulau Muna (BPTH Sumatera, 2010). Pohon Kapuk yang bernilai ekonomis ini berfungsi sebagai penahan erosi, mencegah adanya banjir dan sebagai tanaman penghijauan yang dapat diandalkan untuk usaha pengawetan tanah dan melestarikan sumber daya alam. Pohon kapuk *Ceiba Pentandra* di Jawa Barat disebut randu, banyak tumbuh di daerah tropis.

Sebelum Perang Dunia ke II, Indonesia penghasil utama kapuk, sekitar 36.000 ton/tahun, tetapi tanaman ini sudah rusak selama perang dan tidak banyak ditanam lagi, terutama permintaan kapuk sudah menurun karena fungsi kapuk sebagai pengisi kasur, bantal atau pelampung tidak banyak diminati lagi, tapi masih dipakai dalam lingkungan terbatas. Sifat serat kapuk tidak menyerap air, mengembang, tidak elastik dan kelentingannya (resiliency) tinggi, karena sifatnya ini serat kapuk tidak sesuai untuk serat tekstil terutama untuk busana karena tidak dapat dipintal untuk dijadikan benang karena sering terjadi slip diantara seratnya (UPI FPTK, 2012).

Serat kapuk merupakan serat selulosa tunggal alami dengan selulosa 64%, lignin 13%, 8.6% air, abu 1.4-3.5%, 4.7-9.7% larut dalam air zat, xylan 2,3-2,5% dan 0,8% lilin (Kang, 2012) . Dinding sel dari serat kapuk yang agak tipis dengan lumen berongga dan penuh udara membuat serat kapuk memiliki kepadatan rendah dan penuh udara. Dengan sifat adsorpsivitas minyak yang baik serat kapuk sangat menolak air karena tegangan permukaan terhadap udara dalam lumen besar. Dibandingkan dengan serat kapas, serat kapuk menunjukkan kandungan rendah dari selulosa dan konten lignin yang lebih tinggi (Liu, 2012).

Partikulat Logam Berat dalam Air

Unsur logam secara alamiah terdapat dalam perairan namun dalam jumlah yang sangat rendah. Partikel logam hampir selalu ada dalam setiap pencemaran oleh limbah industri, fabrikasi dan pertambangan karena selalu diperlukan dalam setiap proses industri, pabrik atau pertambangan. Kadar ini akan meningkat bila limbah yang banyak mengandung unsur logam mengalir ke daerah sungai maupun laut sehingga akan menimbulkan racun bagi organisme perairan. Akibat dari keracunan partikulat logam berat adalah diare, feses biru

kehijauan, dan kelainan fungsi ginjal. Bila kadarnya tinggi dalam tubuh dapat merusak jantung, hati dan ginjal. Sedangkan jika masuk ke dalam darah dapat menimbulkan hemolisis yang akut karena banyak sel darah yang rusak sehingga dapat menimbulkan kematian (Tewari et al, 1987 dalam Kholidiy 2010).

Partikel-partikel logam yang biasanya berada dalam air adalah , Kadmium (Cd), Kobalt (Co), Tembaga (Cu), Besi (Fe), Nikel (Ni), Timbal (Pb), dan Seng (Zn) (Huynh, 2003), Merkuri (Hg) (Limbong, 2003) dan Krom (Cr(VI)) (Zheng, 2012). Partikel partikel ini biasanya hadir dalam limbah industri, pabrik-pabrik tekstil dan juga dalam aktivitas pendulangan emas di daerah pertambangan baik yang legal maupun ilegal. Biasanya aktivitas pendulangan emas ini yang sering menggunakan logam berat dalam mengekstraksi emas yang limbahnya dialiri di sungai hingga mengalir ke muara dan laut. Ditambah lagi aktivitas pendulangan emas yang ilegal bahkan dilakukan di dekat sungai, muara atau dipinggiran laut sehingga membuat perairan didaerah sekitar tersebut tentulah telah tercemar oleh logam berat yang bersifat toxit sehingga berbahaya bagi manusia dan biota air lainnya seperti ikan yang kita konsumsi setiap hari.

Spektroskopi Infra Merah

Spektroskopi infra merah adalah suatu alat untuk mengidentifikasi kualitatif dari serat kapuk (Lim dan Huang, 2007). Spektroskopi infra merah yang digunakan oleh peneliti sebelumnya menggunakan spektroskopi Fourier Transform Infra Red (FTIR). Spektroskopi inframerah ini juga digunakan untuk menyelidiki sifat permukaan molekul yang menyelubungi serat kapuk sebelum dan sesudah diberi perlakuan.

Selanjutnya perhitungan dan analisis nilai adsorpsi relatifnya dengan cara memperhatikan kedalaman spektrum FTIR pada setiap bilangan gelombang yang sesuai indikator dengan menggunakan persamaan :

$$RA = \frac{A_{ab}}{A_{1512}}$$

Keterangan :

RA = Relative Absorpsi

A_{ab} = ketinggian puncak pada spektrum bilangan gelombang yang ditinjau

A_{1512} = ketinggian puncak pada spektrum bilangan gelombang 1512 cm^{-1}

Scanning Electro Microscope (SEM)

Scanning Electro Microscope yaitu alat untuk mengidentifikasi sifat permukaan dari serat kapuk. Dalam penelitian Zheng 2012, SEM digunakan untuk menyelidiki serat kapuk yang diberi perlakuan.

Proses Pencucian

Untuk menghilangkan sifat minyak pada permukaan serat kapuk seperti yang telah dilakukan sebelumnya sehingga mendapatkan serat kapuk yang hydrophilic yakni dilakukan pencucian dengan menggunakan deterjen. Di dalam deterjen terdapat surfaktan yang memiliki dua gugus yakni gugus hidrofilik dan hidrofobik (Gervasio dalam sidik, 1996). Gugus hidrofobik dalam deterjen yang memiliki afinitas yang besar terhadap minyak larut dalam zat-zat non polar seperti minyak, sehingga gugus hidrofobik dalam deterjen ini bertugas untuk membersihkan minyak yang menempel pada serat-serat. Sedangkan gugus hidrofilik yang memiliki afinitas yang besar terhadap air itu sendiri larut dalam air (Moroi dalam Sidik, 1992).

METODOLOGI PENELITIAN

Alat Dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan pada percobaan ini antara lain :

Tabel 1. Alat-alat

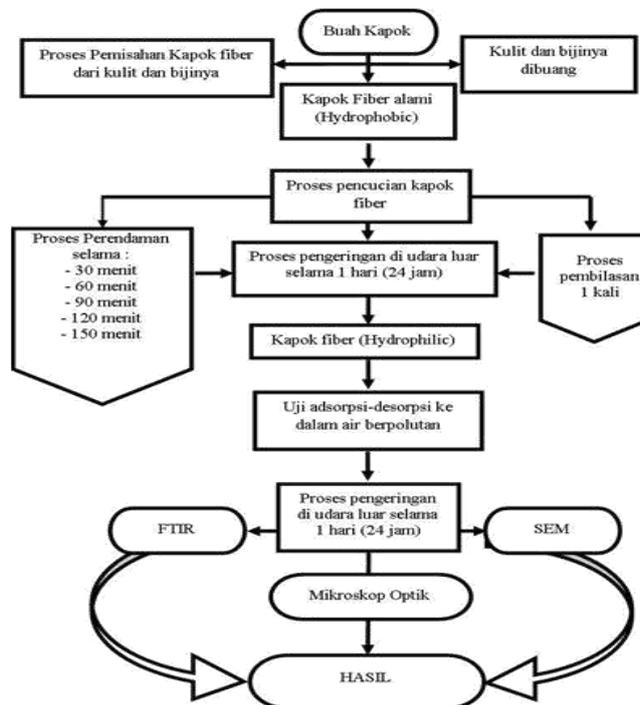
NO	NAMA ALAT	FUNGSI
1	Sarung tangan	melindungi agar serat kapuk tetap steril
2	Baju Laboratorium	melindungi peneliti dari kontaminasi bahan
3	Kotak Wadah	menampung serat kapuk saat proses pencucian
4	Kantung Plastik	menyimpan serat kapuk yg telah kering
5	Siring 10 cc	mengukur volume rinso cair
6	Gelas Ukur 250 mL	mengukur volume air
7	Stopwatch	mengukur waktu pengeringan
8	Termometer	Mengukur temperatur larutan dan udara panas
9	Batang Pengaduk	Mengaduk larutan deterjen dan air
10	Neraca Mekanik	Mengukur massa serat kapuk

Tabel 2. Bahan- bahan

NO	BAHAN	KEGUNAAN
1	Serat kapuk	sebagai sampel penelitian
2	Air Aqua	sebagai penetral
3	Rinso Cair	surfaktan untuk membersihkan kapuk
4	Air sungai yg tercemar	sebagai pengotor

Desain Penelitian

Desain dalam penelitian ini dapat digambarkan pada flow chart di bawah.



Gambar 1. Bagan Penelitian

Populasi dan Sampel

Yang menjadi populasi dalam penelitian ini adalah kapuk dan sampel dalam hal ini yakni serat kapuk.

Teknis analisis data

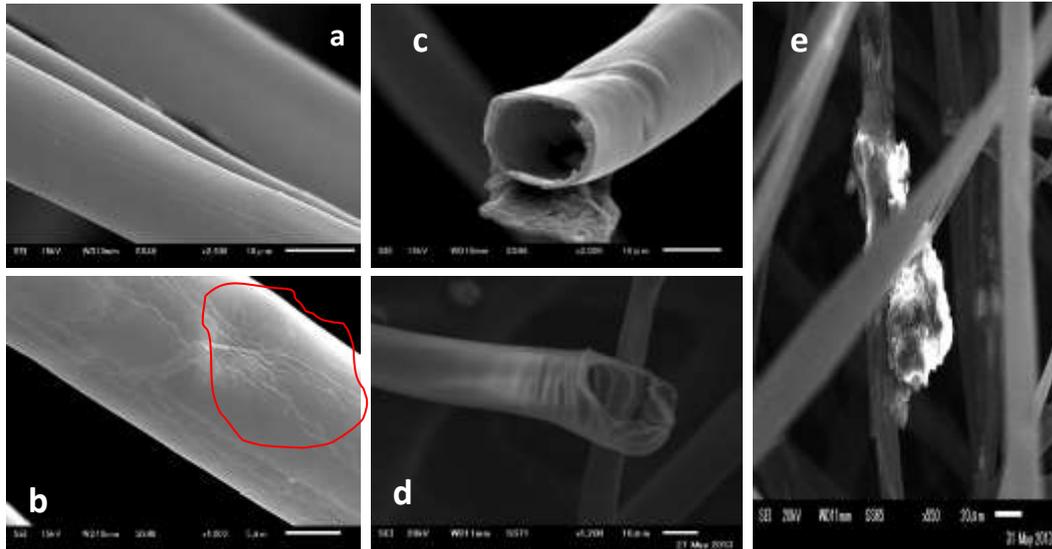
Teknis analisis data dalam penelitaian ini akan dianalisis dengan menggunakan aplikasi Origin versi 6.0 setelah data tekumpul dari uji sample dengan FTIR. Dengan aplikasi origin data yang terkumpul dapat diketahui dalam bentuk grafik untuk mengetahui gugus molekul dalam bilangan gelombang yang menempel pada serat kapuk. Untuk mengukur adsorpsi relative dengan meperhatikan ketinggian spectrum FTIR pada setiap bilangan gelombang denga menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$RA = \frac{A_{ab}}{A_{1512}} \quad (1)$$

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

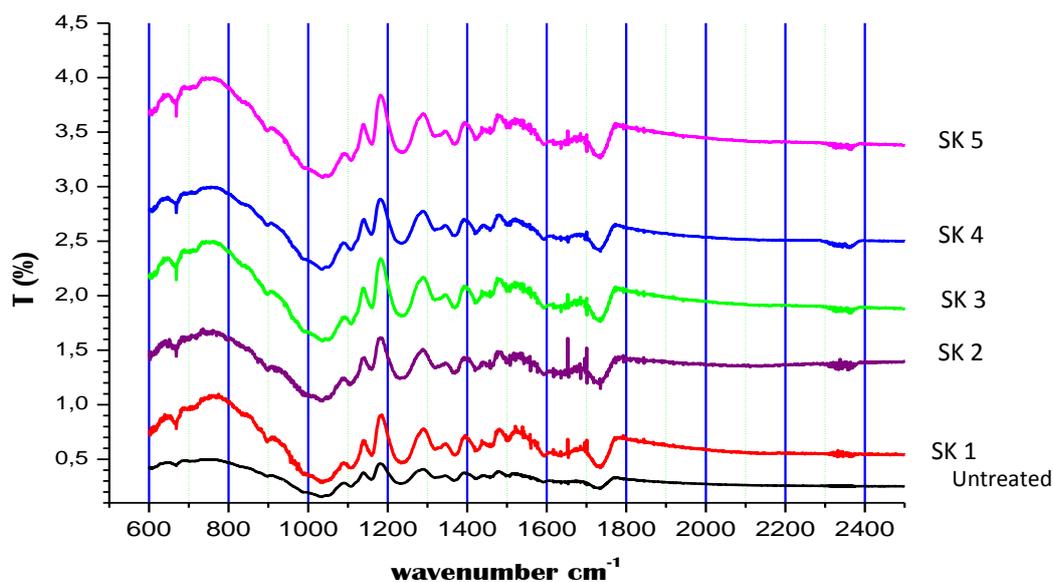
Hasil Penelitian

Hasil Analisis Scanning Electron Microscope (SEM)



Gambar 2. Serat Kapuk sebelum diberi perlakuan (a) dan setelah diberi perlakuan (b), rongga serat kapuk sebelum perlakuan (c), rongga serat kapuk setelah perlakuan (d), partikulat yang menempel pada serat kapuk (e) dilihat dengan mikroskop elektron SEM

Hasil Analisis Spektroskopi Infra Merah (Shimazu IR-440)



Gambar 3. Spektroskopi Infra Merah serat kapuk sebelum dan sesudah diberi perlakuan dengan proses pencucian dengan memvariasikan waktu perendaman.

Grafik di atas meruakan grafik identifikasi gugus-gugus molekul yang terkandung pada permukaan serat kapuk. Berikut adalah tabel distribusi hasil analisis FTIR.

Tabel 3. Hasil Analisis Serat Kapuk dengan FTIR

No	Gugus molekul	Untreated	KF 1	KF 2	KF 3	KF 4	KF 5
1	C-O	1107	1107	1036,	1107	1107	1108
2	Lignin aromatic ring vibration	1507,1592	1500, 1595	1508, 1543, 1577, 1593	1506,1595	1508, 1593	1508, 1592
3	C=O	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	1655	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi	Tidak terdeteksi
4	C-C	1592,1507, 1457	1594	1507, 1460	1457, 1508, 1592	1457, 1504, 1592	1463, 1507, 1592
5	C=O	1735	1740	1735	1735	1734	1735
6	C-H dan C-O	1368 dan 1231	Tidak terdeteksi	1363	1235, 1369	1233, 1369	1235, 1369
7	C=O	1735, 1369,	1234, 1369, 1735	1734, 1363,	1242, 1369, 1735	1233, 1369,	1235, 1369, 1735
8	C-H	1160	1159	1160	1160	1158	1160
9	C-H	1107	1107	1107	1108	1107	1108
10	C-N	1231	1234	1234	1235	1233	1235

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Ivan Bykov dalam tesisnya *Characterization of Natural Technical Lignins Using FTIR Spectroscopy* yang menyatakan bahwa nilai adsorpsi yang konstan adalah 1512 cm^{-1} , sehingga angka yang diambil untuk menghitung nilai absorpsi dalam penelitian ini adalah bilangan yang mendekati nilai tersebut, yaitu pada nilai 1507 cm^{-1} atau 1508 cm^{-1}

Berikut adalah tabel hasil adsorpsi relatif serat kapuk yang tanpa perlakuan dan dengan perlakuan variasi waktu perendaman.

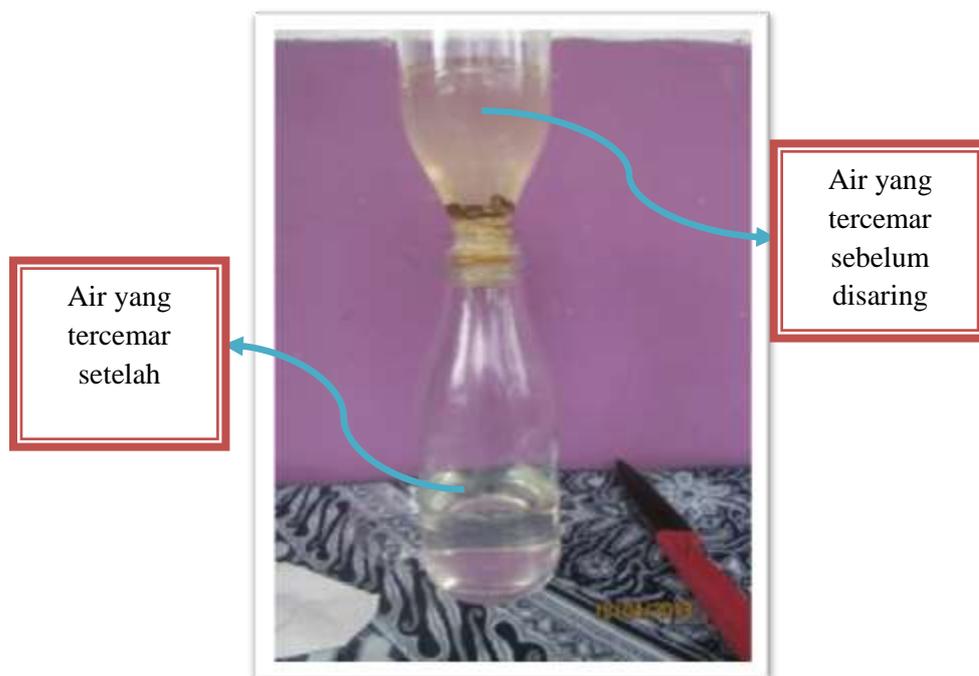
Tabel 4. Adsorpsi Relatif Kandungan Lignin dalam Serat Kapuk

Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Adsorpsi Relatif						Referensi
	SK 0	SK 1	SK 2	SK 3	SK 4	SK 5	
1735-1740	2.8	2.7	2.7	2.0	2.6	3.4	J. Wang 2012
1450-1460	2.5	1.2	0	1.2	1.4	1.2	Liu 2007
1590-1595	0.3	0.5	0.4	0	0.6	0	Liu 2007
1363-1373	0.4	1.7	0.9	1.3	2.0	2.1	J.Wang 2012
1230-1242	10	3.2	2.7	3.8	5.6	5.7	Y. Zeng 2012
1158-1162	7	1.9	1.9	2.5	4	4.4	B. Chung 2008
1105-1107	4.5	0.4	1.6	1.5	2.4	1.7	Y. Zeng 2012
1037-1130	0	0	0.3	0	2.6	3.8	I. Bykov 2008
Total kandungan Lignin	27.5	9	8.9	12.3	21.2	22.3	

*SK : (Serat Kapuk)

Proses Penyerapan Partikel Dalam Air Limbah Sebelum Dan Setelah diuji Adsorpsi.

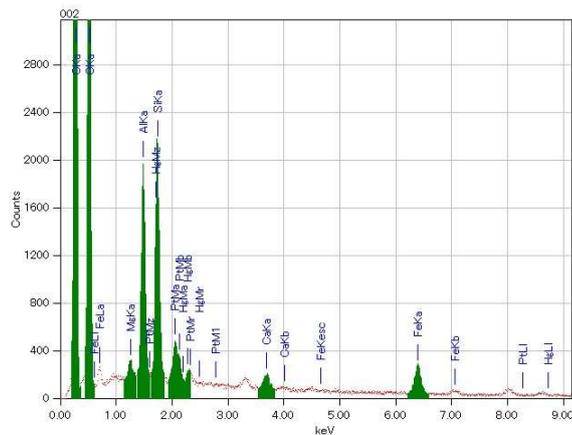
Berikut ini adalah gambar uji adsorpsi pada air limbah pertambangan yang diambil dari sungai dekat lokasi pertambangan desa Hulawa, Sumalata Gorontalo Utara.



Gambar 4. Uji adsorpsi daya serap serat kapuk dengan Air limbah

Hasil Uji Partikel

Berikut adalah grafik dari hasil uji partikel yang menempel pada serat kapuk



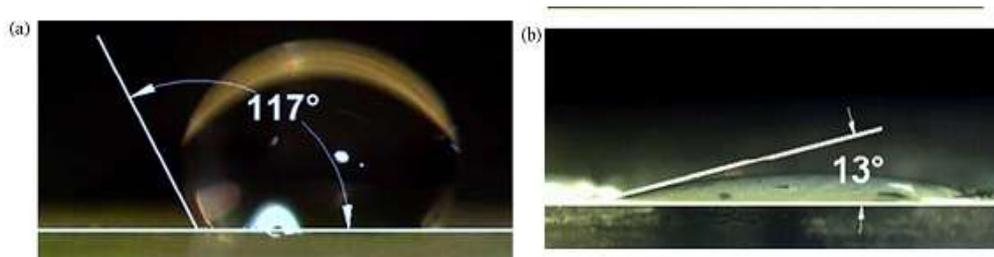
Gambar 5. Hasil Uji partikel yang menempel pada serat kapuk

Gambar di atas merupakan gambar grafik hasil uji partikel yang menempel pada serat kapuk. Terlihat pada grafik, partikel yang menempel yakni Fe, C, Al, Cu, Si, Mg, Hg, dan P.

Pembahasan

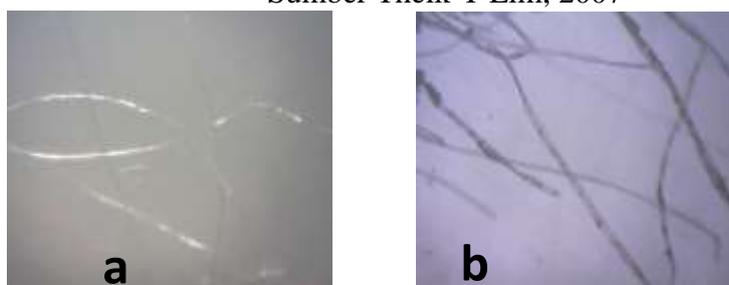
Perlakuan Terhadap Serat Kapuk (Bahan Adsorben)

Serat kapuk yang bersifat hidrofobik yang tidak suka dengan air akan diberi perlakuan sehingga menjadi hidrofilik. Serat kapuk tidak mudah menyerap air namun sangat mudah sekali menyerap minyak. Jika ditetesi air di permukaan serat kapuk akan membentuk sudut yang besar namun jika serat kapuk ditetesi minyak akan membentuk sudut yang kecil seperti gambar di bawah ini.

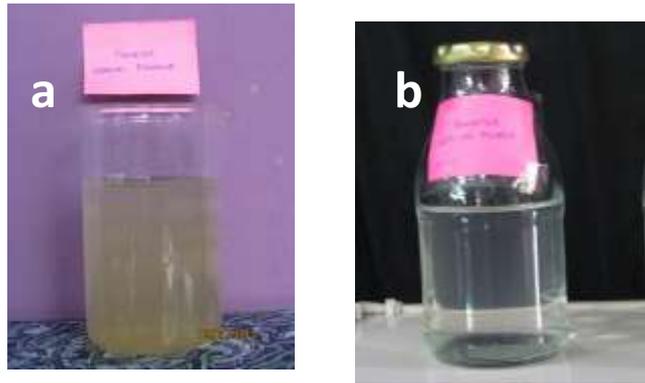


Gambar 6. Bentuk sudut tetesan air (a) dan tetesan minyak (b) di atas permukaan kapuk.

Sumber Theik-T Lim, 2007



Gambar 7 . (a) serat kapuk sebelum diberi perlakuan dan (b) sesudah diberi perlakuan dilihat pada mikroskop optik dengan perbesaran 200 kali dan cahaya atas bawah.



Gambar 8 . (a) sampel air sebelum diuji adsorpsi (b) sampel air sebelum diuji adsorpsi

Perubahan Sifat dan Karakteristik Permukaan Serat Kapuk

Berdasarkan analisis yang telah dilakukan baik dengan menggunakan mikroskop optik, SEM, FTIR dan diolah melalui palikasi origin 6.0 menunjukkan bahwa serat kapuk yang mulanya bersifat hydrofobik atau tidak suka dan tidak menyerap air, setelah mengalami perlakuan dengan variasi waktu perendaman selama 30, 60, 90, 120, dan 150 menit telah menjadikan serat kapuk tersebut menjadi bersifat hydrofilik atau suka dengnan air dalam hal ini dapat menyerap air.

Sedangkan jika dilihat dengan perbesaran lebih besar dari mikroskop optik yakni dengan SEM terlihat bahwa serat kapuk yang belum diberi perlakuan ini terlihat mulus dengan sedikit guratan. Berbeda halnya dengan serat kapuk yang telah diberi perlakuan terlihat banyak sekali guratan dan permukaannya kelihatan tidak halus atau kasar. Juga terdapat sedikit ada perubahan bentuk pada permukaannya. Ini juga sama terjadi dengan penelitian sebelumnya yakni penelitian dari Byung Yeoup Chung dan lainnya dalam artikelnya yang berjudul “*Adsorption of Heavy Metal Ions Onto Chemically Oxidized Ceiba pentandra (L.) Gaertn. (Kapok) Fibers* “ yang mengatakan bahwa perlakuan yang dilakukan pada serat kapuk dapat menghilangkan lignin dan dapat merubah bentuk permukaan dan rongganya. Hal ini dapat di dukung dengan hasil analisis dengan FTIR. Gugus molekul lignin yang menyelubungi serat kapuk menghilang setelah diberi perlakuan seperti yang terlihat pada Tabel 3 dan Tabel 4. Terlihat pada tabel bahwa gugus molekul yang terdapat pada lignin yang menyelubungi serat kapuk semakin berkurang pada serat kapuk ke-2 (SK 2) dengan perlakuan perendaman selama 60 menit dan partikulat logam yang dapat diserap oleh serat kapuk yakni Fe, C, Al, Cu, Hg, Mg, Pt dan Si.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diulas, maka kesimpulannya adalah :

4. Serat kapuk yang optimal sebagai bahan adsorben yang baik yang diberi perlakuan dengan cara merendam serat kapuk ke dalam larutan deterjen yakni serat kapuk yang direndam selama 60 menit (SK 2)
5. Kandungan lignin yang paling sedikit dengan melihat kemampuan adsorpsi relatifnya pada tabel 9 yakni pada serat kapuk yang ke-2 sebanyak 8,9.
6. Partikel logam pada air yang dapat diserap oleh serat kapuk yang telah diberi perlakuan adalah Fe, C, Al, Cu, Hg, Mg, dan Si.

Saran

Berdasarkan kesimpulan, maka dengan ini penulis memberikan beberapa saran sebagai berikut :

1. Hasil penelitian ini merupakan penelitian baru di Universitas Negeri Gorontalo khususnya di jurusan Pendidikan fisika, oleh karena itu penelitian ini dapat dijadikan sumber rujukan untuk penelitian selanjutnya dengan perlakuan yang berbeda terhadap serat kapuk.
2. Penelitian ini perlu dilanjutkan untuk bagaimana caranya agar serat kapuk dapat menyerap logam berat lainnya dan seberapa banyak logam berat tersebut dapat diserap.

DAFTAR PUSTAKA

- Bose-O'Reillya. 2008. Mercury as Serious Health Hazard for Children in Gold mining Areas.107: 89-97.
- Bykov, Ivan. 2008. *Master Thesis Characterization of Natural Technical Lignins Using FTIR Spectroscopy*. Lulea : Departement of Chemical Engineering and Geosciences
- Chung, Byung Yeoup. 2008. Adsorption of Heavy Metal Ions onto Chemically Oxidized Ceiba petandra (L.) Gaertn. (Kapok) Fibers.51(1):28-35.
- Chung, Jong-Tae,. Synthesis and Characterization of activated hollow carbon fibers from Ceiba petandra (L.) Gaertn. (kapok).93:401-403.
- Division, Land Protection. 2009. *Mercury*. Oklahoma : Department of Environmental Quality
- Gafur, Nurfitri. 2013. *Adsorpsi Pewarna Dalam Air Oleh Berbagai Jenis Kapok Fiber*. Makalah. Dipresentasikan pada ujian mata kuliah Laboratorium Fisika 2 Program Studi Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Gorontalo, 20 Januari 2013.
- Hyunh, Hai T. dan Mikiya Tanaka. 2003. Removal Of Bi, Cd, Co, Cu, Fe, Ni, Pb, and Zn from Aqueous Nitrate Medium with Bis(2-ethylhexyl)phosphoric Acid Impregnated Kapok Fiber. 42:4050-4054
- Jahja, Mohamad.2013. *Removing water pollutant with kapok fiber*. Ppt Disajikan pada Group Seminar of Prof. Takebe, Graduate School of Science and Technology, Ehime University Japan, 15 Februari 2013.

- Limjong, Daniel, 2003. Emmision and environmental implication of mercury from artisanal gold mining in North Sulawesi, Indonesia. 302:227-236.
- Lim, Teik-Thye dan Xiaofeng Huang. 2007. Evaluation of Hydrophobicity/Oleophilicity of Kapok and Its Performance in Oily Water Filtration : Comparison of Raw and Solvent-Treated Fibers. 26:125-134.
- Nurhasni. 2002. Penyerapan Ion Logam Cd dan Cr Dalam Air Limbah Menggunakan Sekam Padi. 310-318
- Sidik, Nazrudin Rachman. 2009. *Kajian Pengaruh Konsentrasi Metil Ester Sulfonat (MES) Dan Konsentrasi Alkali (KOH) Terhadap Kinerja Deterjen Cair Industri*.Bogor : IPB, (Online).(<http://ipb.ac.id/handle/123456789/19637.html>), diakses 3 Maret 2013).
- Widaningrum. 2007. Bahaya Kontaminasi Logam Berat dalam Sayuran dan Alternatif Pencegahan Cemarannya. 3:17-27
- Zheng, Yian.2012. Kapok Fiber Oriented-Polyaneline Nanofibers for Efficient Cr (VI) Removal. 191:154-161.

Lampiran 2.

**PENGARUH KOSENTRASI DETERJEN PADA SIFAT DAN
PERMUKAAN SERAT KAPUK SEBAGAI BAHAN ABSORPSI PARTIKULAT
DALAM AIR SUNGAI YANG TERCEMAR**

Al Viktor Saleh, Mohamad Jahja*, Tirtawaty Abdjul

Jurusan Fisika. Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo. Indonesia.

11 Juli 2013

*corresponding outhor mj@ung.ac.id

ABSTRACT

Al Viktor. 2013. kosentrasi's influence detergent on character and kapok fiber surface as material as partikulat's absorban in begrimmed river water. Paper.Studi's program Physics Education, Physic majors, Mathematics and Natural Sciences faculty, Gorontalo State University.I. counsellor, Dr.rer.nat. Mohamad Jahja and Counsellor II, Tirtawaty Abdjul, M.Pd.

This research intent to know kosentrasi's influence detergent on character and kapok fiber surface as material as partikulat's absorban in begrimmed river water. Observational method that is utilized which is experiment research. Population in observational it is numbers kapok, meanwhile Sample in observational it is kapok fiber. Free variable (X) on this research is kosentrasi detergent and variable bonded (Y). Kapok fiber absorbing power.This sample investigating to utilize Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FTIR), Scan Electron Microscope (SEM), and USB Traveler Microscope. Observational yielding data is made deep shaped graph utilizes origin's application 6.0 and surface photograph of kapok fiber and measures Relative Absorban (RA). Base observational result, available difference each conduct on kapok fiber to partikulat absorban in begrimmed river water. Thus can be concluded that exists kosentrasi's influence detergent on character and kapok fiber surface as material as partikulat's absorban in begrimmed river water.

Keywords: Fiber Kapok, Detergents, FTIR, SEM, Absorption

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kosentrasi deterjen pada sifat dan permukaan serat kapuk sebagai bahan absorpsi partikulat dalam air sungai yang tercemar. Metode penelitian yang digunakan yaitu penelitian eksperimen. Populasi dalam penelitian ini adalah buah kapuk sedangkan Sampel dalam penelitian ini adalah serat kapuk. Variabel bebas (X) pada penelitian ini adalah kosentrasi deterjen dan variabel terikat (Y) adalah daya serap serat kapuk. Sampel ini diselidiki menggunakan Transformasi Fourier Spektroskopi Inframerah (FTIR), Mikroskop Elektron (SEM), dan Mikroskop Traveler USB. Data hasil penelitian dibuat dalam bentuk grafik menggunakan aplikasi origin 6.0 dan foto

permukaan dari serat kapuk serta mengukur penyerapan relative (RA). Berdasarkan hasil penelitian, terdapat perbedaan setiap perlakuan pada serat kapuk untuk menyerap partikulat dalam air sungai yang tercemar. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa terdapat pengaruh konsentrasi deterjen pada sifat dan permukaan serat kapuk sebagai bahan absorpsi partikulat dalam air sungai yang tercemar.

KataKunci :Serat Kapuk, Deterjen, FTIR, SEM, Absorpsi

1. Pendahuluan

Pencemaran limbah pertambangan emas yang mengandung partikulat didistribusikan kesungai dan saluran air ditransformasikan menjadi partikel-partikel mikroorganisme kemudian dimakan oleh spesies air yang pada gilirannya dikonsumsi oleh manusia, seperti bioakumulasi. Banyak lingkungan yang terkontaminasi oleh air limbah pertambangan emas dan terakumulasi sepanjang rantai makanan dari organisme akuatik (hewan yang hidup di air).[Lodeniuss dan Malm, 1998.Veiga, et al, 1999 dalam Limbong, 2003].Partikel dalam air terutama merkuri merupakan zat berbahaya bagi kesehatan manusia, sehingga proses penyerapan kandungan partikel pada air sungai yang tercemar perlu dilakukan.

Pengembangan metode pengurangan atau remediasi partikel dalam air sungai yang tercemar dapat dilakukan dengan menggunakan serat bahan alam dan salah satu serat adalah serat kapuk (kapok fiber). Serat kapuk alamimemiliki sifat hidrophobik (dapat menyerap minyak). Untuk merubah sifat serat kapuk diberi perlakuan kimiawi dengan cara mencuci menggunakan deterjen.Deterjen didesain untuk meningkatkan kemampuan air membasahi serat kapuk dan merubah sifat kapuk yaitu dengan cara menurunkan tegangan permukaan air. Serat kapuk tidak larut dalam air, tetapi larut didalam air yang diberi deterjen.Deterjen memiliki keunggulan diantaranya tidak terpengaruh oleh kandungan air.

Serat kapuk yang diperlakukan diselidiki sifatnya dengan menggunakan alat ukur Transformasi Fourier Inframerah Spektroskopi (FTIR) dan permukaannya dengan menggunakan alat ukurMikroskop Elektron (SEM) serta mikroskop traveler USB.Pengembangan serat kapuk untuk menyerap partikel dalam airsungai yang tercemar perlu dilakukan. Penelitian awal baru-baru ini denganmenggunakan proses pencucian menggunakan campuran air dan deterjen, diperoleh serat kapuk bersifat hidrophilik (larut dalam air). Sebuah molekul hidrophilik atau bagian dari suatu molekul yang memiliki kecenderungan untuk berinteraksi atau terlarut dalam air.[Jahja, 2013].

1.1. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi deterjen pada sifat dan permukaan serat kapuk sebagai bahan absorpsi partikulat dalam air sungai yang tercemar.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Serat Kapuk (Kapok Fiber)

Serat Kapuk (*Ceiba pentandra*) merupakan bahan alami terbarukan dengan lumen besar dan bersifat hidrophobik yang memungkinkan menunjukkan kapasitas penyerapan minyak yang baik. [J. Wang, 2012]. Kapuk juga merupakan salah satu produk pertanian, yang diperoleh dari buah pohon kapas sutera, dan sebagian besar kandungan dari selulose, lignin, polysaccharide. Disamping konstituen ini, satu kekecilan sejumlah waxy (lilin) melapisi permukaan serat kapuk, sehingga banyak hidrophobik [Kobayashi, et al, 1977 dalam J. Wang, 2012].

Setiap sel serat kapuk memiliki 64% selulosa, 13% lignin, 8,6% air, 1,4-3,5% ash, 4,7-9,7% larut dalam air, 2,3 - 2,5% xilan, dan 0,8% lilin. Serat kapuk bagian dinding sel dengan rongga besar penuh dengan udara, sehingga serat kapuk menunjukkan massa jenis kecil, baik untuk menyerap minyak dan menolak air. [Liu, 2012].

2.2. Proses Pencucian

Dalam proses pencucian ada 4 faktor yang menentukan kualitas hasil cucian :

a. Chemical Action (interaksi Kimia)

Deterjen cair merupakan formulasi kompleks yang tersusun atas bermacam macam komponen yang memiliki fungsi tersendiri seperti surfaktan, bahan pelengkap, dan bahan aditif yang membentuk produk deterjen cair.(Tambun, 2007).Surfaktan adalah molekul ampifilik /ampifatik yang terdiri dari dua gugus yaitu gugus hidrophobik yang bersifat non polar dan gugus hidrophilik yang bersifat polar (Gervasio, 1996).

b. Mechanical Action (proses penguzeakan)

Pada saat serat kapuk bergesekan satu sama lain akibat proses penguzeakan dengan deterjen yang terjadi secara berulang-ulang maka, terjadilah desorpsi (pelepasan) kotoran dan penyebaran bahan kimia untuk meningkatkan efektivitas. Proses tersebut tidak terlalu

berfungsi untuk pencucian dengan tingkat kotoran ringan, tetapi lebih berfungsi untuk tingkat kotoran berat. Tanpa adanya proses mekanikal, maka kotoran berat akan sulit hilang.

c. Temperature (Suhu) air pencucian

Suhu dapat menurunkan tegangan permukaan cairan, karena secara langsung suhu mempengaruhi energi kinetik molekul dalam cairan. Energi kinetik berbanding lurus dengan suhu, dimana setiap suhu naik akan menyebabkan meningkatnya kecepatan rata-rata dari molekul. Jika energi kinetik meningkat, maka gaya antar molekul akan tarik-menarik dan memiliki lebih sedikit dari efek pada semua molekul, sehingga inilah yang menyebabkan penurunan nilai tegangan permukaan.

d. Time/ duration (waktu)pencucian.

Waktu yang tepat akan memberikan hasil yang maksimal, terutama pada saat pencucian (suds). Waktu yang cukup untuk bahan kimia dapat bereaksi dengan kotoran. Juga diperlukan waktu bagi kotoran untuk lepas dari serat kapuk ke deterjen.

2.3. Pencemaran air sungai

Pencemaran air merupakan suatu perubahan keadaan tempat penampungan air yang mengakibatkan menurunnya kualitas air sehingga air tidak dapat dipergunakan lagi sesuai peruntukannya. Perubahan ini diakibatkan oleh aktivitas manusia. Limbah pertambangan salah satu penyebab pencemaran air adalah aktivitas para penambang yang kemudian menciptakan limbah pertambangan. Limbah pertambangan mengandung merkuri atau 2 senyawa.

Selain diakibatkan oleh limbah pertambangan sumber atau penyebab pencemaran air juga disebabkan oleh limbah pertanian, limbah industri, dan di beberapa tempat tertentu diakibatkan oleh limbah pemukiman. Menangani Limbah Pertambangan, perlu kesadaran dari semua lapisan masyarakat khususnya para penambang untuk berlaku bijak dengan limbah hasil tambang yang dihasilkannya.

2.4. Transformasi Fourier SpektroskopiInframerah (FTIR).

Transformasi Fourier SpektroskopiInframerah (FTIR) adalah suatu teknik yang digunakan untuk memperoleh penyerapan spektrum inframerah, dimana vibrasi molekul dapat menyerap sinar inframerah. Frekuensi fibrasi molekul itu sangat khas sehingga dengan mengamati frekuensi yang terserap kita dapat mengetahui molekul apa yang terdapat pada sampel.

2.5. Mikroskop Elektron (SEM)

Mikroskop Elektron (SEM) adalah jenis mikroskop elektron yang menghasilkan gambar sampel dengan memindai sinar fokus elektron. Elektron berinteraksi dengan elektron dalam sampel, menghasilkan berbagai sinyal yang dapat dideteksi dan mengandung informasi tentang topografi permukaan sampel dan komposisi. Berkas elektron umumnya dipindai dalam pola raster dan posisi balok yang dikombinasikan dengan sinyal yang terdeteksi untuk menghasilkan gambar. SEM dapat mencapai resolusi yang lebih baik yaitu 1 nanometer.

3. METODE PENELITIAN

3.1. Alat dan Bahan

Serat kapuk sebagai bahan untuk menyerap partikulat dalam air sungai yang tercemar deterjen digunakan untuk mencuci serat kapuk, agar tangandan serat kapuk tidak terkontaminan maka digunakan gloves, Transformasi fourier inframerah spektroskopi (FTIR) alat untuk menguji sifat dari serat kapuk, sedangkan scan electron microscope (SEM) untuk melihat bentuk permukaan dari serat kapuk.

3.2. Desain Penelitian

Serat kapuk direndam dengan air yang mengandung deterjen selama 30 menit, serat kapuk dikucek agar deterjen terlarut dalam serat kapuk, setelah itu dibilas dengan air aqua, kemudian dikeringkan dengan udara luar, selanjutnya mengukur sifat dan permukaan dari serat kapuk menggunakan FTIR, SEM, dan mikroskop USB traveler. Serat kapuk yang dicuci dengan memvariasikan konsentrasi deterjen, serat kapuk di absorpsi dengan air sungai yang tercemar, dan selanjutnya diamati sifat dan permukaan serat kapuk menggunakan FTIR, SEM, dan mikroskop USB traveler.

3.3. Populasi dan Sampel

Populasi merupakan keseluruhan objek yang akan diteliti, dalam penelitian ini yang menjadi populasi adalah buah kapuk, sedangkan sampel, dalam penelitian ini ialah serat kapuk.

3.4. Teknis Analisis Data

Teknis analisis data dalam penelitian ini adalah setelah data terkumpul, maka hasilnya dianalisis menggunakan aplikasi Origin versi 6.0. Pada aplikasi origin data yang terkumpul dibuat dalam bentuk grafik untuk mengetahui bilangan gelombang serta gugus molekul yang menempel pada serat kapuk. Mengukur Absorpsi (menyerap) relatif dengan memperhatikan

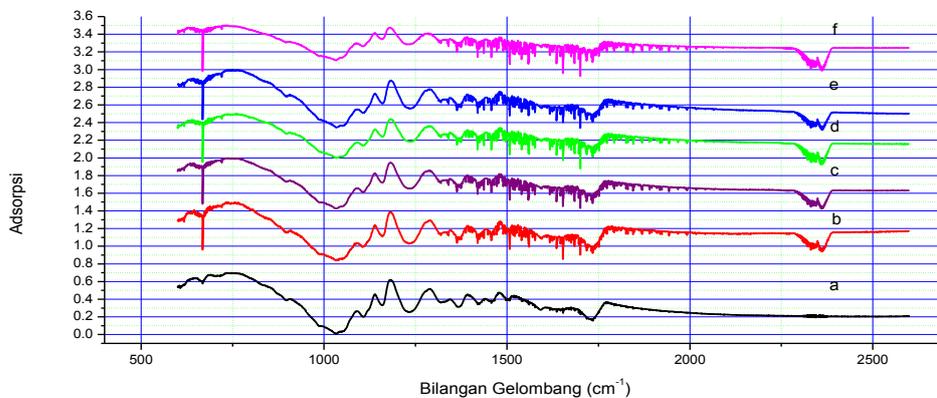
ketinggian spektrum FTIR pada setiap bilangan gelombang menggunakan persamaan sebagai berikut :

$$RA = \frac{A_{ab}}{A_{1507}} \quad (1)$$

4. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Penelitian

4.1.1. Analisis Spektrum Transformasi Fourier Spektroskopi Inframerah (FTIR).



Gambar 2. Spektrum Transformasi Fourier Spektroskopi Inframerah (FTIR). (a) Serat kapuk tanpa diperlakukan, (b) Serat Kapuk dengan konsentrasi 10 ml, (c) Serat Kapuk dengan konsentrasi 20 ml, (d) Serat Kapuk dengan konsentrasi 30 ml, (e) Serat Kapuk dengan konsentrasi 40 ml, (f) Serat Kapuk dengan konsentrasi 50 ml.

Dari gambar 2 menunjukkan bahwa bilangan gelombang untuk serat kapuk tanpa perlakuan, pita penyerap 1735 cm^{-1} untuk gugus molekul C=O lebih besar dari yang diperoleh oleh J. Wang dengan getaran pada lignin dan Xylan, tetapi menurut Sun et, al 2003, bahwa untuk pita serapan 1735 cm^{-1} , gugus molekul C=O beratur-turut pada 1370 cm^{-1} dan 1242 cm^{-1} . Untuk serat kapuk I, serat kapuk II, dan serat kapuk IV pita penyerap 1740 cm^{-1} untuk gugus molekul C=O sama dengan yang diperoleh J.Wang, yaitu meregang getaran ketones, karboxylik, dan ester di lignin dan ester dan acetyl di xylan (Matuana et al. 2001 dalam J. Wang. 2012), sedangkan serat kapuk III dan serat kapuk V pita penyerap 1751 cm^{-1} , lebih kecil dari yang diperoleh oleh J.Wang tahun 2012 dan Sun et, al tahun 2003, namun

pada pada pita penyerap tersebut digolongkan kedalam C=O, karna masih mengandung Lignin dan Xylan dan perbedaannya tidak terlalu jauh.

Tabel 4. Hasil Pengamatan Spektrum FTIR

No	KF 0 (cm ⁻¹)	KF 1 (cm ⁻¹)	KF 2 (cm ⁻¹)	KF 3 (cm ⁻¹)	KF 4 (cm ⁻¹)	KF 5 (cm ⁻¹)	Gugus molekul
1	1592,1507, 1457	1507, 1457	1507, 1457	1594, 1507, 1457	1507, 1457	1507, 1457	C-C
2	1735	1740	1740	1751	1740	1751	C=O
3	1369, 1231	1363,1 232	1363, 1235	1363, 1236	1363, 1237	1363	C-H dan C-O
4	1735, 1363	1734,1 363,	1734, 1363	1735,1 236	1734,136 3,1237	1734, 1363	C=O
5	1160	1160	1160	1160	1160	1158	C-H
6	1107	1104	1107	1107	1107	1107	C-H
7	1232	1232	1235	1236	1237	TD	C-N

Keterangan : TD = Tidak Terdeteksi.

4.1.2. Mikroskop Traveler USB.

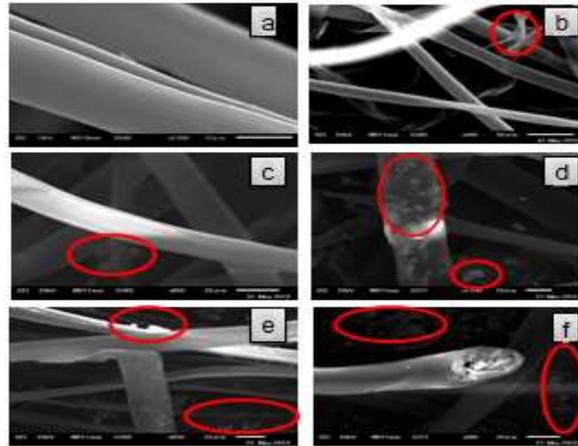
Gambar 3 menunjukkan hasil foto Mikroskop Traveler USB. Untuk gambar 3 (a) Serat kapuk alamimenunjukkan suatu struktur berupa tabung berongga dengan diameter kira-kira 15 mikrometer. Pengaruh pencucian membuat tabung- tabung tersebut dapat menyerap partikulat pada air limbah pertambangan emas rakyat seperti tampak pada gambar 3 b, c, d, e, dan f. Pengaruh kosentrasi larutan sabun pada kemampuan serapan kapuk untuk menyerap partikulat dalam air adalah semakin besar kosentrasi air sabun maka semakin banyak partikulat yang menempel pada serat kapuk, pada waktu perendaman dan suhu larutan yangkonstan, daya serap serat kapuk meningkat



Gambar 3: Hasil foto mikroskop Traveler USB dengan perbesaran 200 X (a) Serat kapuk alami, (b) Serat kapuk setelah perlakuan (konsentrasi 10 ml), (c) Serat kapuk setelah perlakuan (konsentrasi 20 ml), (d) Serat kapuk setelah perlakuan (konsentrasi 30 ml), (e) Serat kapuk setelah perlakuan (konsentrasi 40 ml), dan (f) Serat kapuk setelah perlakuan (konsentrasi 50 ml). Lingkaran merah menyatakan adanya partikulat air yang menempel pada serat kapuk.

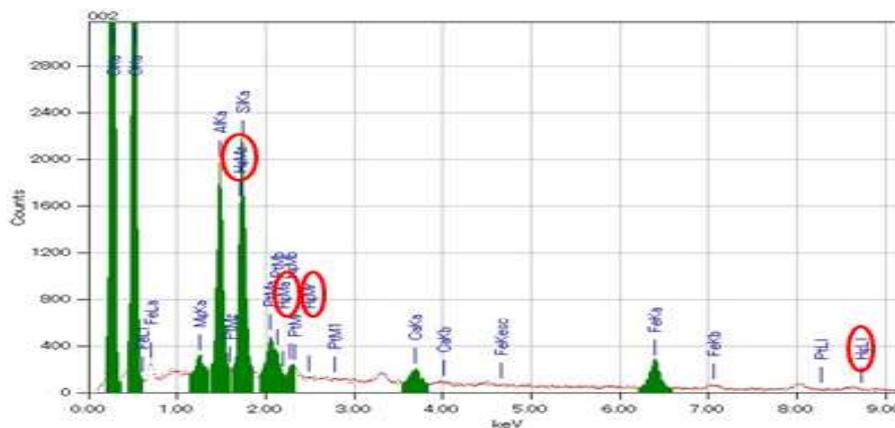
4.1.3. Mikroskop Elektron (SEM)

Pada gambar 4, permukaan serat kapuk tanpa perlakuan (a) dengan perbesaran 2.500 kali, terlihat lebih mulus dan struktur tabung tidak rusak, sedangkan untuk serat kapuk pertama (b) setelah diperlakukan dengan perbesaran 430 kali, struktur tabung dari serat kapuk terlipat, untuk gambar 4 (c) setelah diperlakukan betuk tabungnya mulus, tetapi pada permukaan serat kapuk terdapat partikel yang menempel, untuk gambar 4 (d) setelah diperlakukan dengan perbesaran 650 kali, struktur tabung dari serat kapuk rusak dan permukaannya memiliki partikel yang menempel pada serat kapuk, dan untuk serat kapuk keempat dan kelima (e) dan (f) dengan perbesaran 1200 kali dan 800 kali, struktur tabung dari serat kapuk rusak dan mengkerut disebabkan partikel yang menempel pada serat kapuk, serta bagian ujung dari serat kapuk terlipat disebabkan oleh partikel yang menempel. Dengan perbesaran yang bervariasi, partikel yang menempel pada serat kapuk dapat dilihat dengan SEM, seperti pada serat kapuk pertama pada gambar 4 (d) dengan perbesaran 650 kali partikel yang menempel terlihat, dengan begitu maka serat kapuk dapat menyerap partikel dalam air, seperti yang dilakukan Y. Zheng dan kawan-kawan tahun 2012, yaitu serat kapuk dilarutkan ke dalam anelin sehingga serat kapuk menjadi polianelin, anelin tersebut menempel pada serat kapuk.



Gambar 4: SEM.(a) Serat kapuk tanpa perlakuan, (b) Serat kapuk setelah perlakuan (konsentrasi 10 ml), (c) Serat kapuk setelah perlakuan (konsentrasi 20 ml),(d) Serat kapuk setelah perlakuan (konsentrasi 30 ml), (e) Serat kapuk setelah perlakuan (konsentrasi 40 ml), dan (f) Serat kapuk setelah perlakuan (konsentrasi 50 ml). Lingkaran merah menyatakan adanya partikulat air yang menempel pada serat kapuk.

4.1.4. Partikulat yang diserap serat kapuk



Gambar 5. Partikulat dalam air yang diserap serat kapuk. Lingkaran merah menyatakan adanya partikel merkuri yang menempel pada serat kapuk.

Gambar 5 menjelaskan adanya partikel dalam air limbah pertambangan emas yang diserap serat kapuk. Partikel-partikel yang diserap serat kapuk antara lain Besi, Litium, merkuri, Lantanum, Platina, karbon, dan lain-lain. Logam-logam yang diserap serat kapuk merupakan logam berat yang masuk dalam kategori limbah bahan berbahaya dan beracun (B3). Salah satu logam yang diserap adalah logam merkuri (air raksa) yang dilingkari warna merah. Konsentrasi merkuri dapat disebabkan oleh partikel halus yang terbawa oleh limbah akibat proses amalgamasi dan pelarutan dari sedimen sungai yang mengandung merkuri. Dalam jangka waktu yang cukup lama, logam merkuri dapat teroksidasi dan terlarut dalam air

permukaan. Titik koordinat air sungai yang tercemar $0^{\circ} 53'45''$ Lintang Utara, $122^{\circ} 30' 79''$ bujur Timur dengan ketinggian 6,32 kaki.

4.2. Pembahasan

4.2.1. Proses Penyerapan Partikel Dalam Air Sebelum Dan Setelah.

Dari gambar 6, menunjukkan perbedaan di setiap sampel. Setiap sampel memiliki perlakuan berbeda, di mana perbedaannya pada konsentrasi deterjen. Dari hasil absorpsi, kita dapat membedakan kualitas air yang jernih. Dari sudut pandang warna sampel air setelah di absorpsi, sampel ke5 yang lebih terang dibandingkan dengan sampel pertama, kedua, ketiga, dan sampel keempat. Ini disebabkan karena pada sampel ke5, kosentasi deterjen lebih banyak, sehingga dapat menyerap lebih banyak partikulat dalam air limbah pertambangan emas. Oleh sebab itu, semakin banyak kosentrasi deterjen pada serat kapuk, maka semakin baik pula serat kapuk menyerap partikulat dalam air sungai yang tercemar.

Sampel	Sebelum Absorpsi	Setelah Absorpsi
KF 01		
KF 02		
KF 03		
KF 04		
KF 05		

Gambar 6. Proses Sebelum dan Setelah Penyerapan

4.2.2. Absorpsi Relative (RA) Pada Serat Kapuk Menggunakan Spektrum FTIR

Dari tabel 5 hasil pengukuran Absorpsi relatif (RA), untuk bilangan gelombang 1107 cm^{-1} – 1104 cm^{-1} dan 1160 cm^{-1} – 1158 cm^{-1} mengalami penurunan RA pada lignin, tetapi pada serat kapuk IV lignin menjadi naik dan serat kapuk V lignin hampir menghilang, seperti yang dikemukakan oleh Y.Liu, 2012, bahwa jika lignin hampir menghilang, maka serat kapuk semakin baik untuk menyerap partikel. Untuk bilangan gelombang $1239 - 1231$ mengalami penurunan lignin, tetapi pada serat kapuk IV lignin naik dan serat kapuk V lignin menghilang. Untuk bilangan gelombang $1373 \text{ cm}^{-1} - 1363 \text{ cm}^{-1}$ mengalami penurunan lignin.

Untuk bilangan gelombang 1463 – 1457 tidak mengalami penurunan lignin, tetapi kenaikan karbon (C) disertai kenaikan konsentrasi. Pengaruh kenaikan karbon pada serat kapuk, dapat meningkatkan kualitas serat kapuk untuk menyerap partikulat dalam air, sedangkan untuk bilangan gelombang 1751 cm^{-1} – 1735 cm^{-1} terjadi penurunan lignin (mengandung minyak) pada serat kapuk, sehingga baik untuk menyerap partikulat dalam air sungai yang tercemar.

Tabel 5. Absorpsi relatif (RA) pada Serat Kapuk

Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Serat kapuk tanpa perlakuan	Serat kapuk I	Serat kapuk II	Serat kapuk III	Serat kapuk IV	Serat kapuk V
1107 – 1104	2,2	0,5	0,43	0,36	0,47	0,25
1160 – 1158	3	0,73	0,56	0,5	0,79	0,37
1239 – 1231	2,6	1,15	0,96	0,82	1,21	TD
1373 – 1363	0,9	0,58	0,61	0,54	0,42	0,37
1463 – 1457	0,2	0,58	0,74	0,73	0,63	0,71
1594 – 1592	0,3	TD	TD	0,14	TD	TD
1751 – 1735	1,5	0,5	0,22	0,54	0,47	0,37

Keterangan : TD = Tidak Terdeteksi

5. Kesimpulan dan saran

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan pembahasan dan uraian dari hasil penelitian, maka penulis dapat menarik kesimpulan bahwa kapasitas absorpsi dari setiap perlakuan serat kapuk dengan konsentrasi deterjen yang berbeda pada setiap perlakuan, hasilnya berbeda setelah diuji dengan menggunakan alat ukur FTIR, SEM, dan Mikroskop Traveler USB. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi, maka semakin banyak pula partikel dalam air sungai yang diserap serat kapuk.

5.1. Saran

Sehubungan dengan hasil penelitian ini, peneliti mengemukakan saran sebagai berikut

Serat kapuk yang telah diperlakukan dengan konsentrasi deterjen dapat menyerap partikulat air sungai yang tercemar, sehingga serat kapuk dapat dibuat dengan skala yang lebih besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Bose, Stephan-O'Reilly. 2008. Mercury as a serious health hazard for children in gold mining areas. *Environmental Research* 107 (2008): 89.
- Bykov, Ivan. 2008. Characterization of natural and technical lignins using FTIR spectroscopy. *Lulea university of Technology*. 2008 : 7-8
- Chung, Byung. 2008. Adsorption of Heavy Metal Ions onto chemically Oxidized Ceiba pentandra (L.) Gaertn. (Kapok) fibers. *J. Appl. Biol. Chem* 51 (2008): 28-31.
- Gervasio, G.C. 1996. Detergency. Di dalam *Bailey's Industrial Oils and Fats Products*. Wiley Interscience Publisher, New York.
- Jahja, Mohamad. 2013. Removing water pollutant with kapok fiber, presented in Group Seminar of Prof. Takebe, Graduate School of Science and Technology, Ehime University Japan, 15 February 2013.
- Limbong, Daniel. 2003. Emissions and environmental implications of mercury from artisanal gold mining in north Sulawesi, Indonesia. *The Science of the Total Environment* 302 (2003): 228.
- Liu, Yi. 2012 Adsorption of methylene blue by kapok fiber treated by sodium chlorite optimized with response surface methodology. *Chemical Engineering Journal* 184 (2012): 248-250.
- Moroi, Y. 1992. *Micelles Theoretical and Applied Aspects*. Plenum Press, New York.
- Suryani A. I. Sailah dan E. Hambali. 2000. *Teknologi Emulsi*. Jurusan Teknologi Industri Pertanian, IPB-Bogor.
- Tadros, T. F. 1992. *Encyclopedia of Physical Science and Technology* 2nd edition. Vol-16. Academic Press, Inc. California.
- Tambun, R. 2007. *Teknologi Oleo kimia*. Unisula, Medan.
- Wang, Jintao. 2012. Effect of kapok fiber treated with various solvents on oil absorbency. *Ind. Crops and Products* 40(2012): 178-179.
- Widiastuty, Winda. 2006. Teknik spektroskopi inframerah Fourier untuk penentuan profil kadar xantorizol dan aktivitas antioksidan temulawak. (online). (<http://www.g.eng.cam.ac.uk/125/achievements/Widiastuty/mcm.htm>), diakses tanggal 16 maret 2013

Y. Zheng, Yian. 2012. Kapok fiber oriented-polyaniline nanofibers for efficient Cr(VI) removal. *Chemical Engineering Journal* 191 (2012):154 -157.

PENGARUH SUHU LARUTAN SAAT PENCUCIAN PADA PERMUKAAN SERAT KAPUK SEBAGAI BAHAN ABSORPSI PARTIKULAT PADA AIR SUNGAI YANG TERCEMAR

Dewi Rusmalasari, Mohamad Jahja*, Nova E. Ntobuo

Jurusan Fisika. Universitas Negeri Gorontalo. Gorontalo. Indonesia

20 Juli 2013

*corresponding author mj@ung.ac.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh suhu larutan serat saat pencucian untuk meningkatkan kemampuan absorpsi serat kapuk meliputi suhu larutan, kualitas air limbah (dalam hal ini warna air), kemampuan adsorpsi relatif serat kapuk terhadap partikel, dan sifat permukaan serat kapuk) setelah diberikan perlakuan suhu larutan yang berbeda, jika waktu perendaman, konsentrasi deterjen dan waktu pengeringan adalah konstant. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika Universitas Negeri Gorontalo dan sampel diuji di Laboratorium Material Engineering of Ehime University. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Dengan teknik analisis data menggunakan aplikasi Origin versi 6.0. Penelitian meliputi perlakuan (treatment) terhadap serat kapuk, uji absorpsi, analisis permukaan serat dan pembahasan hasil penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu larutan saat pencucian pada permukaan serat kapuk mempengaruhi kemampuan serat kapuk untuk mengadsorpsi partikulat, meliputi waktu penyaringan, warna air, kemampuan adsorpsi relatif serat kapuk terhadap partikel, dan sifat permukaan serat kapuk.

Kata Kunci : Serat Kapuk, Suhu Larutan, Kemampuan Absorpsi

ABSTRACT

This study aimed to investigate the effect of kapok fiber solutions when washing temperature to increase the absorption capacity of kapok fiber include solution temperature, the quality of waste water (in this case water color), cotton fiber adsorption capacity relative to the particle, and the surface properties of cotton fiber) after a given treatment temperature different solution, if the soaking time, the concentration of detergent and drying time is constant. This research was conducted in the Laboratory of Physics, State University of Gorontalo and samples tested in the laboratory of Material Engineering of Ehime University. This study used an experimental method. With data analysis techniques using Origin version 6.0 application. Research includes treatment on cotton fiber, absorption test, analyst fiber surface and discussion of research results. The results showed that the temperature on the surface of the solution when washing cotton fiber cotton fiber affects the ability to adsorb particulates, covering the time of screening, water colors, kapok fiber adsorption capacity relative to the particle, and the surface properties of cotton fiber.

Keywords: Kapok Fiber, Temperature Solution, Absorption Capability

PENDAHULUAN

Ion logam seperti Bismut (Bi), kadmium (Cd), kobalt (Co), tembaga (Cu), Besi (Fe), Nikel (Ni), timbal (Pb), seng (Zn), dan merkuri (Hg) sering hadir dalam air limbah dari industri seperti pertambangan, metalurgi, dan finishing permukaan. Limbah pertambangan emas ini dialirkan melalui sungai sampai ke laut, sehingga daerah aliran sungai (DAS) mengalami pencemaran. Pencemaran air sungai dan laut oleh partikel-partikel logam tersebut didistribusikan ke sungai, oleh mikroorganisme kemudian dimakan oleh spesies air yang pada

gilirannya dikonsumsi oleh manusia. Limbah tersebut akan menyebabkan masalah lingkungan yang serius dan sangat mempengaruhi kesehatan masyarakat. Dengan demikian, penyelidikan telah banyak dilakukan pada pengeluaran logam dari air limbah industri dengan menggunakan beberapa metode seperti presipitasi kimia, ekstraksi pelarut, adsorpsi dan resin pertukaran ion, dan osmosis.

Menurut EPA (2007), berbagai metode untuk pengurangan atau remediasi pengotor dari air telah dilaporkan. Namun tidak sedikit biaya yang dikeluarkan untuk masyarakat kecil sehingga penggunaan metode-metode tersebut menjadi hal yang mustahil. Sekarang ini telah banyak dikembangkan metode remediasi air yang murah dengan menggunakan limbah biomassa dan serat bahan alam lokal telah dilaporkan oleh berbagai peneliti [Kumar, 2000 dalam Chung, 2008]. Dari sekian banyak serat alami yang dapat dijadikan remediasi air, serat kapuk yang banyak menarik perhatian peneliti karena serat kapuk ini banyak dijumpai dan ekonomis. Setelah diberikan perlakuan kimiawi kapuk fiber dapat menyerap atom-atom logam [Huynh, 2003; Chung, 2008 dan Zheng, 2012].

Penelitian awal kami baru-baru ini dengan menggunakan proses pencucian menggunakan campuran air dan detergen, diperoleh kapuk fiber yang bersifat hidropilik [Jahja, 2013]. Kapuk memiliki kemampuan adsorpsi tinggi dan menunjukkan potensinya sebagai alternatif untuk aplikasi dalam kontrol polusi minyak. Namun mekanisme penyerapan, kontribusi lumen berongga dan lilin permukaan pada kemampuan penyerapan serat kapuk masih tidak dapat dikenal dengan baik. Untuk melakukan proses pencucian, peneliti melakukan variasi suhu larutan (campuran air dan deterjen). Mencuci dengan air panas lebih mudah dan menghasilkan cucian yang lebih bersih. Tegangan permukaan dipengaruhi oleh suhu. Makin tinggi suhu air, makin kecil tegangan permukaan air dan ini berarti makin baik kemampuan air untuk membasahi benda [Wahyuni, 2012]. Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka peneliti melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh suhu larutan saat pencucian pada permukaan serat kapuk sebagai bahan adsorpsi partikulat pada air sungai yang tercemar”.

KAJIAN PUSTAKA

Serat Kapuk

Serat yang sudah tua membentuk lumen yang kosong berdinding tipis dan terisi udara serta tertutup pada kedua ujungnya. Sifat serat kapuk tidak menyerap air, mengembang, tidak elastis dan dindingnya licin, dilapisi lapisan lilin sehingga serat kapuk sangat ringan dan mempunyai kemampuan mengisolasi panas dan suara. Dinding serat kapuk licin dan tidak terpilin. Karena sifatnya ini serat kapuk tidak digunakan untuk bahan tekstil pakaian karena serat kapuk tidak dapat dipintal menjadi benang karena antara serat yang satu dengan yang lain tidak melekat menjadi satu.

Serat kapuk memiliki struktur berongga (atau lumen) dengan diameter luar $16,5 \pm 2,4$ μm , antar diameter eksternal dari $14,5 \pm 2,4$ μm [Lim, 2007]. Hal ini mengindikasikan bahwa lumen terdiri 77% dari volume serat [Choi dan Moreau 1993 dalam Lim, 2007]. Serat kapuk terdiri atas serat selulosa tunggal sel alami, dengan selulosa 64%, 13% lignin, 8,6% air, abu 1,4-3,5%, 4,7-9,7% larut dalam zat air, xylan 2,3-2,5% dan 0,8% lilin. Serat kapuk menunjukkan massa jenis kecil, sehingga baik untuk menyerap minyak dan menolak air [Liu, 2012].

Partikulat dalam air

Partikulat dikenal juga sebagai partikel halus, dan merupakan subdivisi kecil dari material padat tersuspensi dalam gas atau cair. Asal partikulat dapat merupakan buatan manusia atau alam. Beberapa partikulat terjadi secara alami, seperti yang berasal dari gunung berapi, badai pasir, dan kebakaran hutan. Partikel-partikel logam yang sering muncul pada air

yaitu Bismut (Bi), kadmium (Cd), kobalt (Co), tembaga (Cu), Besi (Fe), Nikel (Ni), timbal (Pb), seng (Zn), dan merkuri (Hg) (Limbong, 2003). Pencemaran lingkungan oleh partikel-partikel logam dapat terjadi jika industri yang menggunakan logam tersebut tidak memperhatikan keselamatan lingkungan, terutama saat membuang limbahnya. Logam-logam tertentu dalam konsentrasi tinggi akan sangat berbahaya bila ditemukan di dalam lingkungan.

Beberapa contoh logam berat yang beracun bagi manusia adalah arsen (As), kadmium (Cd), tembaga (Cu), timbal (Pb), merkuri (Hg), nikel (Ni), dan seng (Zn).

Spektroskopi Inframerah

Spektroskopi infra merah adalah alat yang digunakan untuk mengidentifikasi kualitatif konstituen dari kapuk serat [Lim dan Huang, 2007]. Suatu teknik yang digunakan untuk memperoleh penyerapan spektrum, dimana vibrasi molekul dapat menyerap sinar inframerah. Frekuensi vibrasi molekul itu sangat khas sehingga dengan mengamati frekuensi yang terserap kita dapat mengetahui molekul apa yang terdapat pada sampel. Sampel diposisikan tepat dari sinar infra merah dan hasilnya ditampilkan dalam bentuk grafik.

Scanning Electron Microscope (SEM)

Scanning Electron Microscope (SEM) adalah sebuah mikroskop elektron yang didesain untuk mengamati permukaan objek secara langsung. SEM memiliki perbesaran 10 – 3.000.000 kali, kedalaman 4 – 0.4 mm dan resolusi sebesar 1 – 10 nm. Kombinasi dari perbesaran yang tinggi, kedalaman yang besar, resolusi yang baik, kemampuan untuk mengetahui komposisi dan informasi kristalografi membuat SEM banyak digunakan untuk keperluan penelitian dan industri (Prasetyo, 2011).

Suhu larutan

Suhu dapat menurunkan tegangan permukaan cairan, karena secara langsung suhu mempengaruhi energi kinetik molekul dalam cairan. Energi kinetik berbanding lurus dengan suhu, dimana setiap suhu naik akan menyebabkan meningkatnya kecepatan rata-rata dari molekul. Jika energi kinetik meningkat, maka gaya antar molekul akan tarik-menarik dan memiliki lebih sedikit dari efek pada semua molekul, sehingga inilah yang menyebabkan penurunan nilai tegangan permukaan (Sukardjo 2002 dalam Sidik, 2011). Energi pengaktifan (surfaktan) lebih mungkin terdapat pada suhu yang lebih tinggi dan dengan demikian cairan lebih mudah mengalir (Sidik, 2009).

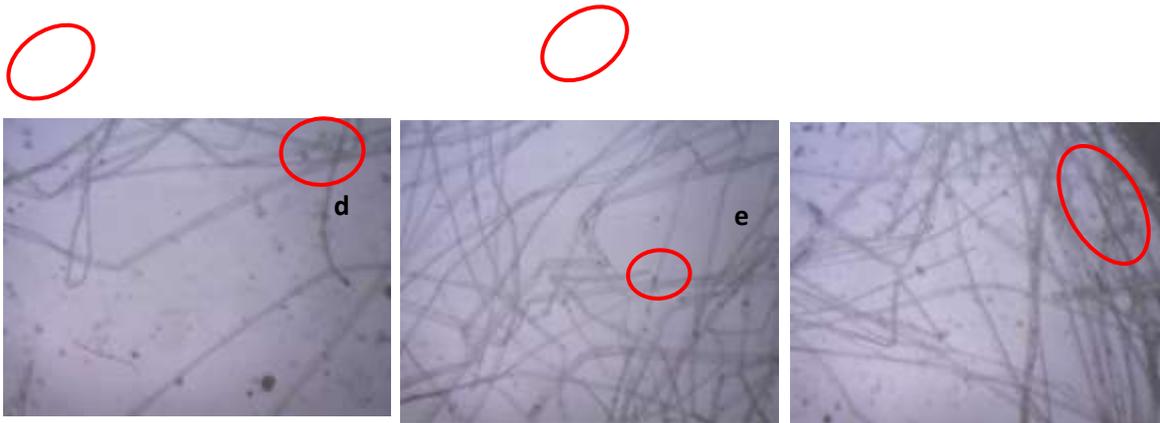
Mencuci dengan air panas lebih mudah dan menghasilkan cucian yang lebih bersih. Suhu dapat mempengaruhi tegangan permukaan. Makin tinggi suhu air, makin kecil tegangan permukaan air dan ini berarti makin baik kemampuan air untuk membasahi benda. Karena itu, mencuci dengan air panas menyebabkan kotoran pada pakaian lebih mudah larut dan cucian menjadi lebih bersih. Detergen sintetis modern juga didesain untuk meningkatkan kemampuan air membasahi kotoran yang melekat pada pakaian, yaitu dengan menurunkan tegangan permukaan air. Banyak kotoran yang tidak larut dalam air segar, tetapi larut dalam air yang diberi detergen (Wahyuni, 2012).

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Hasil Traveler USB Mikroskop

Berikut ini hasil foto mikroskop optik penelitian serat kapuk yang telah diberikan perlakuan dengan berbagai variasi suhu larutan sabun.



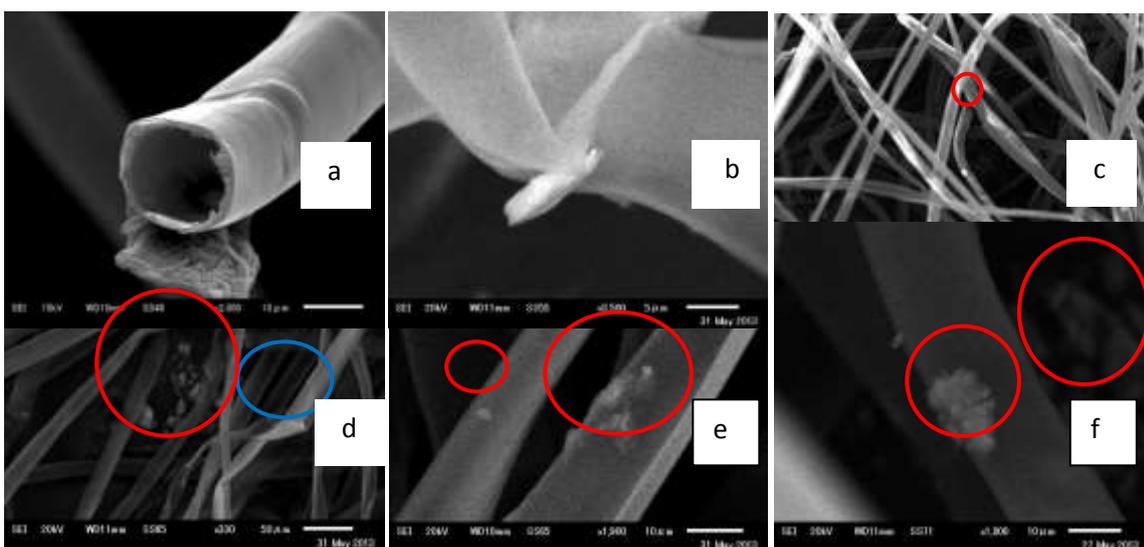


Gambar 2. Hasil foto mikroskop perbesaran 200 X dengan cahaya atas bawah dari serat kapuk (a) alami dan yang di cuci pada larutan sabun dengan berbagai suhu (b) 30⁰C, (c) 35⁰C, (d) 40⁰C, (e) 45⁰C dan (f) 50⁰C.

Serat kapuk aliamiah menunjukkan suatu struktur berupa tabung berongga dengan diameter serat kapuk ± 15 mikrometer. Lingkaran merah pada gambar 6a menandakan serat kapuk nampak licin dan mengkilap karena masih mengandung lignin. Terlihat rongga serat kapuk pada gambar 6a masih kosong karena tidak ada partikel tanah yang menempel yang menandakan serat kapuk ini belum diberikan perlakuan. Gambar 6 b, c, d, e, dan f adalah serat kapuk yang telah diberikan perlakuan. Nampak perbedaan partikel tanah yang menempel dari kelima serat kapuk pada gambar 6. Dimana serat kapuk dengan perlakuan pencucian suhu 50⁰C lebih banyak partikel tanah yang menempel dibandingkan dengan serat kapuk yang lain yaitu dengan perlakuan pada suhu 30⁰C, 35⁰C, 40⁰C dan 45⁰C. Ini menunjukkan bahwa suhu larutan pencucian mempengaruhi besarnya penyerapan serat kapuk pada partikel tanah. Suhu yang efektif dalam penyerapan dalam pencucian ini adalah 50⁰C.

Hasil Scanning Electron Microscope (SEM) JEOL 6340F

Berikut ini hasil foto SEM dari serat kapuk alami dan serat kapuk dengan berbagai variasi suhu larutan sabun.



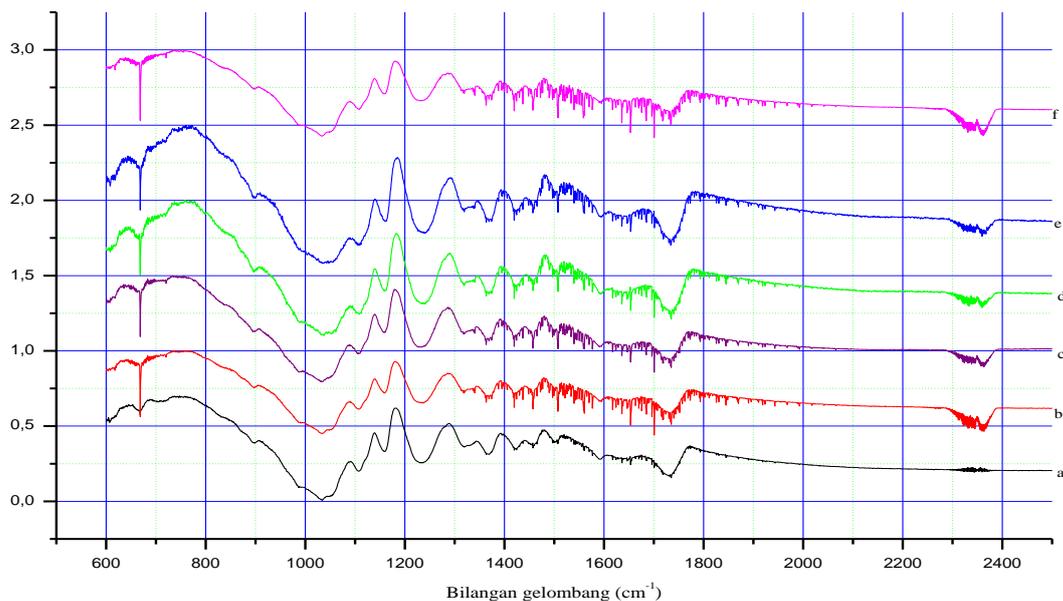
Gambar 3. Hasil foto Scanning Electron Microscope (SEM) (a) serat kapuk alami, (b) serat kapuk dengan suhu larutan 30⁰C , (c) serat kapuk dengan suhu larutan 35⁰C, (d) serat kapuk

dengan suhu larutan 40⁰C, (e) serat kapuk dengan suhu larutan 45⁰C, (f) serat kapuk dengan suhu larutan 50⁰C

Hasil foto SEM menggunakan *scanning electron microscope* JEOL 6340F. Pada gambar 7a merupakan gambar serat kapuk sebelum perlakuan dengan pembesaran 2.000 kali. Rongga serat kapuk ini tampak terlihat mulus. Berbeda dengan gambar 7b serat kapuk terlihat lebih kasar dari serat kapuk sebelumnya, pori-pori serat kapuk terlihat lebih besar yaitu serat kapuk dengan perlakuan suhu larutan 30⁰C. Pada gambar 7c yaitu serat kapuk pada larutan 35⁰C, terlihat sedikit pengotor yang menempel pada serat kapuk ini, tampak serat kapuk menyusut berbeda dengan gambar pada serat kapuk alami. Pada gambar 7d yaitu pencucian serat kapuk pada suhu larutan 40⁰C, terlihat lebih banyak pengotor yang menempel dibanding dengan gambar sebelumnya yang ditandai dengan lingkaran merah, lingkaran biru menandakan permukaan serat terlihat lebih menyusut. Pada gambar 7e yaitu pencucian pada suhu larutan 45⁰C, terlihat permukaan serat kapuk nampak seperti adanya benjolan kecil, dan adanya pengotor yang menempel pada serat. Pada gambar 7f yaitu serat kapuk dengan suhu larutan 50⁰C, terlihat pengotor lebih banyak menempel pada pada serat ini.

Hasil Spektroskopis Inframerah (Shimizu, IR440)

Berikut ini hasil grafik dan tabel hasil penelitian spektroskopis inframerah yang dilakukan pada kapuk sebelum dan sesudah diberikan perlakuan kimia.



Gambar 4. Spektrum Spektroskopi Inframerah (IR). (a) Serat kapuk tanpa diperlakukan, (b) serat kapuk dengan suhu larutan 30⁰C, (c) serat kapuk dengan suhu larutan 35⁰C, (d) serat kapuk dengan suhu larutan 40⁰C, (e) serat kapuk dengan suhu larutan 45⁰C, (f) serat kapuk dengan suhu larutan 50⁰C.

Hasil analisis Spektroskopis Inframerah (Shimazu, IR440)

Spektrum Spektroskopi Inframerah (S-IM) dari serat kapuk tanpa perlakuan dan dengan berbagai variasi perlakuan suhu larutan (30⁰C, 35⁰C, 40⁰C, 45⁰C, dan 50⁰C) diperlihatkan pada grafik 12. Berdasarkan indikator-indikator penelitian ada beberapa kandungan serat kapuk yang hilang diantaranya selulosa, O-H 3397 cm⁻¹ dan lignin yg

bergugus C-H 831 cm^{-1} (dalam Yi Liu), selulosa O-H 3410 cm^{-1} (dalam J. Wang), dan wax dengan bilangan gelombang 2918 (dalam TT. Lim) seperti yang ditampilkan pada tabel 6.

Untuk bilangan gelombang, serat kapuk tanpa perlakuan (untreated) pita penyerap berturut-turut, 1592 cm^{-1} , 1507 cm^{-1} , 1457 cm^{-1} (dalam Yi Liu: 2007) dengan gugus molekul C-C di lignin. Pita serapan serat kapuk I, II, berturut-turut adalah 1507 cm^{-1} dan 1457 cm^{-1} , peregangan getaran dengan gugus molekul C-C di lignin dan hampir menghilang. Untuk serat kapuk III dan IV, pita serapan masing-masing 1592 cm^{-1} , 1507 cm^{-1} , 1457 cm^{-1} dan 1594 cm^{-1} , 1507 cm^{-1} , 1457 cm^{-1} peregangan getaran dengan gugus molekul C-C di lignin mengalami perubahan pita serapan tetapi tidak terlalu signifikan. Untuk serat kapuk V, pita serapannya adalah 1507 cm^{-1} dan 1465 cm^{-1} . Untuk gugus molekul C=O (J. Wang), C-H (B. Chung), C-H (Y. Zeng), dan C=O (T. T Lim) nilai bilangan gelombangnya hampir konstan dengan persebaran nilai tampak pada tabel 3.

Tabel 3. Tabel Hasil Penelitian

No	Gugus molekul	Hasil Pengamatan					
		Untreated	KF1	KF2	KF3	KF4	KF5
1	O-H	-	-	-	-	-	-
2	C-C	1592, 1507 dan 1457	1507,1457	1507,1457	1592, 1507 dan 1457	1594, 1507 dan 1457	1507 dan 1457
3	C-H	-	-	-	-	-	-
4	O-H	-	-	-	-	-	-
5	C=O	1734	1735	1740	1734	1734	1740
6	C-H dan C-O	1368	1364 dan 1237	1364 dan 1233	1363 dan 1240	1363 dan 1238	1363
7	C=O	1734, 1368	1734, 1363 dan 1236	1734, 1363 dan 1233	1734, 1363 dan 1240	1734, 1362 dan 1238	1734, 1363
8	C-H	1160	1160	1158	1159	1162	1159
9	CH ₂ dan CH ₃	-	-	-	-	-	-
10	C-H	1107	1108	1105	1108	1109	1108
11	C-N	1231	1236	1233	1241	1238	1230

Setelah dilakukan analisis masing-masing gugus molekul pada setiap sampel, langkah selanjutnya adalah menentukan pita gelombang serapan yang nilainya tidak berubah atau konstan pada setiap sampel. Berdasarkan dalam tesis yang dilakukan oleh Ivan Bykov tahun 2008 mengenai "*Characterization of Natural Technical Lignings Using FTIR Spectroscopy*" menyatakan bahwa nilai absorpsi yang konstan adalah 1512 cm^{-1} , sehingga angka yang diambil dalam penelitian ini adalah mendekati nilai tersebut, yaitu pada nilai 1507 cm^{-1} . Selanjutnya melakukan perhitungan dan analisis nilai absorpsi relatif (RA), dengan

menggunakan persamaan (1). Dari hasil perhitungan diperoleh nilai absorpsi relatif untuk masing-masing sampel sebagaimana yang tercantum dalam tabel 4.

Tabel 4. Adsorpsi Relatif Pada Serat Kapuk

Pita Gelombang (cm ⁻¹)	Absorpsi Relatif						Keterangan	Referensi
	KF 0	KF 1	KF 2	KF 3	KF 4	KF 5		
1735-1740	2,1	3,4	2,5	2,5	2,6	2,4	Berkurang	T.T Lim 2007
1457-1465	1	0,8	1	0,9	0,7	0,5	Berkurang	Yi Liu
1363-1368	1,8	2,2	2,3	1,5	1,7	1,5	Berkurang	J.Wang
1232-1241	5,3	6,8	5,8	4,8	4,6	4,5	Berkurang	T.T Lim 2007
1159-1162	3	3,8	3,6	3,2	2,4	3	Berkurang	B. Chung
1104-1109	2,6	2,8	2,1	1,5	1,5	2,2	Berkurang	Y. Zeng

*KF: Kapok Fiber (Serat Kapuk)

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai absorpsi relative (RA) yang berbeda. Hasil untuk setiap sampel menunjukkan bahwa kandungan lignin yang terkandung pada serat kapuk menjadi berkurang. Pada tabel 7 gugus molekul C=O untuk bilangan gelombang 1740 cm⁻¹ dan 1735 cm⁻¹ berkurang. Terlihat pada KF 1 dengan jumlah RA 3,4 dan setelah KF 5 menjadi 2,4. Gugus molekul C-H untuk bilangan gelombang 1457 cm⁻¹ dan 1465 cm⁻¹ terlihat penurunan nilai jumlah RA yaitu KF 1 0,8 dan KF 5 0,5 seperti yang dikemukakan oleh Y.Liu, 2012 bahwa jika lignin hampir menghilang, menandakan bahwa serat kapuk semakin baik untuk menyerap partikel. Untuk gugus molekul C-H untuk bilangan gelombang 1363 cm⁻¹ dan 1368 cm⁻¹ KF 1, KF 2, KF 3, KF 4, dan KF 5 mengalami penurunan lignin dengan jumlah masing-masing RA 2,2, 2,3, 1,5, 1,7, dan 1,5 . Gugus molekul C=O untuk bilangan gelombang 1232 cm⁻¹ dan 1241 cm⁻¹ mengalami penurunan jumlah RA. Dimana KF 5 dengan jumlah RA 4,5 lebih kecil dibandingkan dengan KF 1,2,3 dan 4. Gugus molekul C=O untuk bilangan gelombang 1159 cm⁻¹ dan 1162 cm⁻¹ juga mengalami penurunan jumlah RA. Pada bilangan gelombang ini jumlah RA mengalami sedikit kenaikan, jumlah KF 4 lebih besar dibanding dengan KF 5 yaitu 2,4 mengalami kenaikan menjadi 3. Gugus molekul C-H menurut Y.Zheng untuk bilangan gelombang 1104 cm⁻¹ dan 1109 cm⁻¹ KF 5 memiliki jumlah RA lebih besar dibanding dengan KF 3 dan 4.

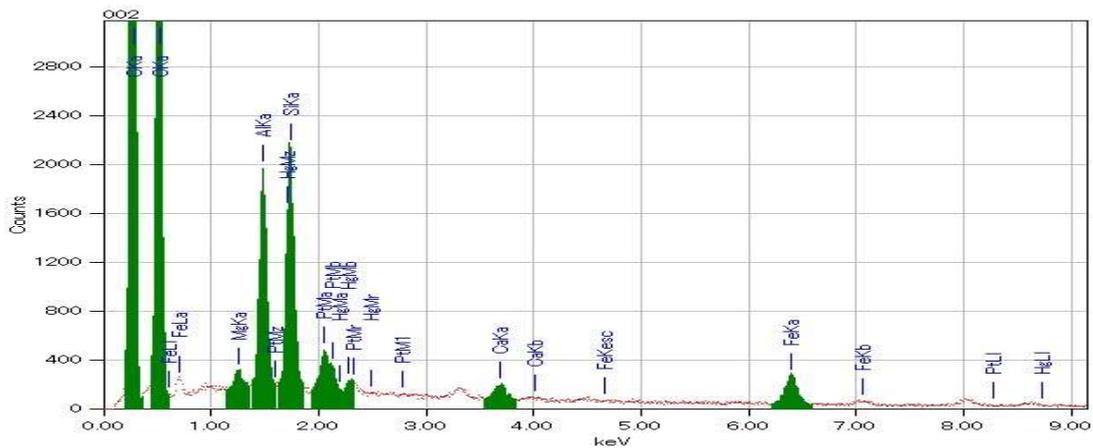
Proses Penyerapan Partikel Dalam Air Limbah Sebelum Dan Setelah diuji Adsorpsi.

Air sebelum absorpsi terlihat warnanya kekuningan sedangkan warna air setelah absorpsi terlihat lebih terang dibanding sebelumnya. Pada percobaan kelima dengan pencucian suhu larutan 50⁰C air sesudah absorpsi lebih terang dibanding dengan percobaan sampel 1, 2, 3 dan 4. Ini menandakan bahwa partikel-partikel pengotor pada air sebelumnya telah terserap oleh serat kapuk.

Untuk lama waktu penyaringan pada masing-masing sampel berbeda. Dimana sampel serat kapuk dengan pencucian suhu larutan 50⁰C, dengan lama waktu penyaringannya yaitu 24 menit untuk menyaring pengotor sebanyak 100 ml. Hal ini lebih cepat bila dibandingkan dengan serat kapuk dengan pencucian pada suhu larutan 30⁰C, 35⁰C, 40⁰C, dan 45⁰C dengan masing-masing waktu penyaringan yaitu 1 jam 3 menit untuk suhu 30⁰C dengan tetapan pertama pada menit keempat setelah diletakkan pengotor, 51 menit untuk suhu larutan 35⁰C

dengan tetesan pertama pada menit ketiga setelah diletakkan pengotor, 45 menit untuk suhu larutan 40⁰C dengan tetesan pertama pada menit kedua setelah diletakkan pengotor, dan 32 menit untuk suhu larutan 45⁰C dengan tetesan pertama lebih cepat yaitu pada menit pertama. Dari hasil ini menunjukkan bahwa pencucian serat kapuk pada suhu 50⁰C lebih baik bila dibandingkan dengan suhu larut 30⁰C, 35⁰C, 40⁰C, dan 45⁰C baik dari segi penyerapan terhadap pengotor maupun hasil warna setelah absorpsi.

Hasil Uji Partikel Yang Menempel Pada Serat Kapuk



Gambar 5. Grafik hasil uji partikel yang menempel pada serat kapuk.

Gambar 5 di atas merupakan gambar grafik hasil uji partikel yang menempel pada serat kapuk. Terlihat pada grafik, lingkaran merah menandakan partikel logam yang menempel yakni Merkuri (Hg), Besi (Fe), karbon (C), Aluminium (Al), tembaga (Cu) dan silikon (Si). Dari gambar 5, logam-logam yang banyak menempel adalah termasuk logam berat seperti Hg, Fe, Al, Si dan Cu yang tergolong berbahaya jika di konsumsi oleh manusia. Hal Ini membuktikan bahwa serat kapuk yang telah diberikan perlakuan mampu untuk menyerap partikel-partikel yang ada dalam limbah pertambangan.

SIMPULAN

Berdasarkan uraian hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa suhu larutan saat pencucian serat kapuk dapat mempengaruhi daya serap serat kapuk terhadap air yang tercemar pada limbah pertambangan. Dimana semakin tinggi suhu larutan saat pencucian, daya absorpsi serat kapuk semakin baik. Hal ini dapat dilihat pada hasil yang telah diperoleh peneliti dari lama waktu penyaringan, dimana semakin tinggi suhu pencucian waktu yang dibutuhkan semakin sedikit, warna air setelah penyaringan lebih terang dibandingkan dengan sebelum penyaringan, permukaan serat kapuk setelah perlakuan mengalami perubahan yaitu permukaan serat kapuk menjadi semakin kasar yang menandakan bahwa lignin dalam serat kapuk berkurang yang menunjukkan kemampuan absorpsi semakin baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriadi, Dandy. 2005. *Kandungan Logam Berat hg, pb dan cr pada air, Sedimen dan Kerang Hijau (perna viridis l.) di Perairan Kamal Muara, Teluk Jakarta*. Bogor : Institut pertanian Bogor, (Online). (<http://repository.ipb.ac.id>, diakses 12 Juli 2013).
- B.Y. Chung, J. Y.Cho, M. H. Lee, S. G. Wi, J. H. Kim, J. S. Kim, P. H. Kang and Y. C. Nho. 2008. "Adsorption of Heavy Metal Ions onto chemically Oxidized Ceiba pentandra (L.) Gaertn. (Kapok) fibers", 51(1):28-35.
- Bykov, Ivan. 2008. *Master Thesis Characterization of Natural Technical Lignins Using FTIR Spectroscopy*. Lulea : Departement of Chemical Engineering and Geosciences
- Ifroh, Riza Hayati. 2011. *Kajian Prediktif Risiko Kesehatan Akibat Paparan Cu (Tembaga) Pada Air Sungai Mahakam Dengan Metode Public Health Assasment (Pha)*. <http://xa.yimg.com> , diakses 15 Juli 1013
- Jahja, Mohamad.2013. *Removing water pollutant with kapok fiber*. PPT Disajikan pada Group Seminar of Prof. Takebe, Graduate School of Science and Technology, Ehime University Japan, 15 Februari 2013.
- Karamah, Eva F. 2010. *Pengolahan Limbah Campuran Logam Fe, Cu, Ni dan Amonia Menggunakan Metode Flotasi-Filtrasi dengan Zeolit Alam Lampung Sebagai Bahan Pengikat*. B04:1-5
- Limbong, Daniel, K. Jeims , R. Joice , TakaomiArai , Nobuyuki Miyazaki. 2003. *Emissions and environmental implications of mercury from artisanal gold mining in north Sulawesi, Indonesia*. 302:227-236.
- Lim, Teik-Thye dan Xiaofeng Huang. 2007. *Evaluation of Hydrophobicity/Oleophilicity of Kapok and Its Performance in Oily Water Filtration : Comparison of Raw and Solvent-Treated Fibers*. 26:125-134.
- Prasetyo, Y. 2011. *Scanning Electron Microscope dan Optical Emission Spectroscopie*. <http://yudiprasetyo53.wordpress.com/2011/11/07/scanning-electron-microscope-sem-dan-optical-emission-spectroscopie-oes/> (akses tanggal 16 maret 2013)
- Siahan, Okio Patar. 2011. *Pengaruh Suhu terhadap Tegangan Permukaan Sabun Cuci Piring Cair Buatan Sendiri, Sunlight dan SOS*. Medan : Universitas Sumatera utara.

- Sidik, Nazarudin Rachman. 2009. *Pengaruh Konsentrasi Metil Ester Sulfonat (Mes) Dan Konsentrasi Alkali (Koh) Terhadap Kinerja Deterjen Cair Industri*. Bogor : IPB, hal 6-10.(online).(<http://ipb.ac.id/handle/123456789/1963.html>, diakses 4 Maret 2013)
- Sudarmaji. 2006. Toksikologi Logam Berat B3 Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. 02:129-142, (online). (<http://journal.unair.ac.id>, diakses 12 Juli 2013)
- Thermo Nicolet. 2001. *Introduction to Fourier Transform Infrared Spectrometry*. Madison : Thermo Nicolet Cooperation, (Online). (<http://mmrc.caltech.edu/FTIR/FTIRintro.pdf>, diakses 3 Maret 2013).
- Wahyuni, Ita Trie. 2012. *Menentukan Tegangan Permukaan*. Yogyakarta: UGM
- WHO. 2003. Aluminium in Drinking-water. 03:1-9, (Online). (<http://www.who.int> , diakses 12 Juli 2013).
- WHO. 2005. Mercury in Drinking-water. 05:1-10, (Online). (<http://www.who.int> , diakses 12 Juli 2013).
- Y. Liu, Jintao Wang, Yian Zheng, Aiqin wang. 2012. Adsorption of methylene blue by kapok fiber treated by sodium chlorite optimized with response surface methodology. 181 : 248-255
- Y. Zheng, W. Wang, D. Huang and A. Wang. 2012. Kapok fiber oriented-polyaniline nanofibers for efficient Cr(VI) removal. 191:154-161.

Lampiran 4

Buletin Fisika UNG

PENGARUH WAKTU PENDINGINAN SERAT KAPUK DENGAN UDARA PANAS TERHADAP ADSORPSI PARTIKULAT DALAM AIR

Melvatria Karim, Mohamd Jahja^{*}, Nawir Sune^{}**

Jurusan Fisika, Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo. Indonesia

*corresponding author mj@ung.ac.id

ABSTRAK

Melvatria Karim. 2013. “Pengaruh Waktu Pendinginan Serat Kapuk dengan Udara Panas terhadap Adsorpsi Partikulat dalam Air”. Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh lamanya pendinginan serat kapuk menggunakan udara panas untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi serat kapuk setelah diberikan perlakuan waktu pendinginan yang berbeda, jika waktu perendaman, konsentrasi deterjen dan suhu larutan deterjen adalah konstant. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika Universitas Negeri Gorontalo dan sampel diuji di Laboratorium Teknik Material Universitas EHIME, Jepang. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa lamanya waktu pendinginan serat kapuk dengan menggunakan udara panas mempengaruhi kemampuan serat kapuk untuk mengadsorpsi partikulat, meliputi adsorpsi relatif dan sifat permukaan serat kapuk.

Kata Kunci : *Serat Kapuk, Waktu Pendinginan, Kemampuan Adsorpsi*

ABSTRACT

Melvatria Karim. 2013. “The Influence of Kapok Fiber Drainage Time With Hot Weather Toward Particulate Adsorption in Water”. This research purposed to investigate the influence of kapok fiber drainage duration use hot weather to increase kapok fiber adsorption capability after given different drainage time treatment, if submerged time, detergent concentration and liquid temperature of detergent is constant. This research applied in physics laboratory of State University of Gorontalo and the sample has evaluated in Material Engineering laboratory of Ehime University. This research use experiment method. The result of this research shows that the duration of kapok fiber drainage use hot weather in fluence fiber kapok, capability to adsorption the particulate, includes relative adsorpsi and kapok fiber characteristic.

Keywords : *Kapok Fiber, Drainage Time, Adsorption Capability*

Pendahuluan

Pencemaran air meningkat sejalan dengan perkembangan aktivitas manusia, khususnya pertambangan, dengan meningkatnya produksi hasil tambang semakin banyak pula hasil sampingan yang diproduksi sebagai limbah. Limbah tambang banyak mengandung partikel-partikel logam, apabila limbah ini memasuki wilayah perairan hingga terakumulasi pada rantai makanan, maka akan mempengaruhi kehidupan biota di lingkungan tersebut dan akhirnya berbahaya bagi kesehatan manusia. Partikulat logam-logam berat seperti Bismut (Bi), Kadmium (Cd), Kobalt (Co), Tembaga (Cu), Besi (Fe), Nikel (Ni), Timbal (Pb), dan Seng (Zn) sering hadir dalam air limbah dari industri seperti pertambangan, dan metalurgi, pada konsentrasi beberapa ratus mg/dm³ limbah akan menyebabkan masalah lingkungan yang serius (Huynh, 2003). Berbagai peristiwa keracunan partikulat logam pernah akibat limb

industri pernah memprihatinkan dunia, diantaranya adalah keracunan merkuri pada tahun 1953 di Minamata Jepang, tercemarnya perairan di Teluk Buyat Manado sebagai akibat pembuangan limbah As dan Hg oleh PT. Newmont (Widaningrum,2007), dan pada tahun 2000 di perairan Talawaan, Sulawesi Utara akibat aktivitas penambangan emas (Limbong, 2003)

Meskipun di Gorontalo tidak terdapat industri pertambangan seperti di kota-kota besar di Indonesia yang banyak menghasilkan limbah, tetapi kawasan penambangan seperti penambangan emas ilegal di desa Hulawa, Kecamatan Sumalata, Kabupaten gorontalo Utara tidak bisa dianggap remeh, karena cepat atau lambat kandungan logam dalam limbah (baik ringan maupun berat) akan tetap mempengaruhi perairan dan pada akhirnya akan berakibat fatal bagi manusia yang hidup di lingkungan tersebut. Maka dari itu tak ada salahnya jika kita bisa mengantisipasi dari sekarang dengan upaya remediasi.

Masalah pencemaran air ini menjadi perhatian besar, terutama air yang dikonsumsi oleh manusia. Hal ini memunculkan beberapa pengembangan remediasi logam berat dalam air menggunakan serat dari bahan alam yang mudah diperoleh (Kumar, 2000 dalam Chung, 2008). Sekarang ini yang menjadi objek besar oleh beberapa peneliti adalah sifat dari serat alam yang bisa melakukan penukaran ion logam berat, khususnya membahas lebih rinci tentang sifat permukaan serat dan daya serapnya. (Wei,2005 dalam Chung, 2008

Dari sekian banyak serat alam yang ada di bumi ini, terdapat satu serat alam yang memiliki sifat yang unik dan mempunyai kemampuan untuk menyerap logam berat setelah melalui proses kimia atau pengubahan sifat alamiahnya. Serat tersebut berasal dari tumbuhan kapuk (*Ceiba Pentandra*) berada dalam buah kapuk. Keunikan sifat seratnya adalah memiliki sifat ampifilik melalui suatu perlakuan kimia sifat alamiahnya yang hidrofobik (anti air) dapat diubah menjadi hidrofilik (suka dengan air). Hal ini didasarkan pada hasil penelitian yang dilakukan oleh Yian Zheng (Zheng, 2012) mengungkapkan bahwa setelah serat kapuk diberikan perlakuan kimia maka sifatnya menjadi hirofilik, sehingga dapat juga menyerap Cr.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Huynh dan Tanaka (Huynh, 2003) serat kapuk yang bersifat hidrofilik dapat juga menyerap ion logam seperti Bi, Cd, Co, Cu, Fe, Ni, Pb, dan Zn. Penelitian awal baru-baru ini dengan menggunakan proses pencucian menggunakan campuran air dan detergen, diperoleh kapuk fiber yang bersifat hydrophilic (Jahja, 2013).

Setelah perendaman, diangkat, dibilas dengan air, dan kemudian dikeringkan pada suhu 60 °C selama semalam untuk menguapkan sisa cairan agar sifat serat kapuk bisa menyerap polutan secara efektif (Lim, 2007). Melalui proses pengeringan bentuk tabung berongga homogen pada serat kapuk (KAHCF) efektif dapat menghilangkan polutan dalam air (Chung, 2013). Oleh karena itu pengembangan serat kapuk untuk membersihkan air dari limbah pertambangan perlu dilakukan dengan memperhatikan teknologi sederhana yang terjangkau.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menyelidiki pengaruh lamanya pengeringan serat kapuk menggunakan udara panas untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi serat kapuk meliputi waktu penyaringan, kualitas air limbah (dalam hal ini warna air), kemampuan adsorpsi relatif serat kapuk terhadap partikel, dan sifat permukaan serat kapuk) setelah diberikan perlakuan waktu pengeringan yang berbeda, jika waktu perendaman, konsentrasi deterjen dan suhu larutan deterjen adalah konstant.

KAJIAN PUSTAKA

Kapuk

Kapuk (*Ceiba petandra* (L) Gaertn, Keluarga Bombacaceae), pohonnya tersebar luas di beberapa perkebunan di Asia Selatan. Serat kapuk dalam buahan tersebut telah digunakan sebagai kemasan bahan untuk bantal, selimut, dan beberapa mainan lembut (Chung, 2013). Dalam bahasa Gorontalo kapuk dikenal dengan sebutan “Duyungo”. Pohon ini tumbuh hingga setinggi 60-70 m dan dapat memiliki batang pohon yang cukup besar hingga mencapai diameter 3 m.

Kapuk adalah satu-sel serat selulosa alami, dengan selulosa 64%, lignin 13%, 8,6% air, abu 1,4-3,5%, 4,7-9,7% air seluble zat, xylan 2,3-2,5% dan 0,8% lilin (Liu,2012; Wang,2012; Zheng,2012) karena mengandung lilin atau minyak maka serat kapuk sulit untuk tenggelam dalam air (hydrophobic).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hai T. Huynh dan Mikiya Tanaka pada 2003, serat kapuk yang bersifat hidrofilik dapat juga menyerap ion logam seperti Bi, Cd, Co, Cu, Fe, Ni, Pb, dan Zn.

Partikulat dalam Air

Partikulat disebut partikel halus, merupakan bagian kecil dari material padat tercampur dalam gas atau cair. Partikulat logam yang sering hadir dalam air, antara lain adalah , Cd, Co, Cu, Fe, Ni, Pb, dan Zn (Huynh, 2003), Hg (Limbong, 2003). Dari sekian Partikulat logam tersebut terdapat yang bersifat toksik sehingga sangat berbahaya bagi kesehatan manusia.

Tabel 1. Partikulat Logam dalam Air dan Dampaknya bagi Kesehatan

No.	Partikulat Logam dalam Air	Dampak bagi Kesehatan	Referensi
1	Air raksa (Hg)	Peradangan pada mulut dan gusi, pembengkakan kelenjar ludah, pelonggaran pada gigi, Mual, muntah-muntah, diare, kerusakan ginjal, dan kematian (1). Mengakibatkan gagal ginjal akut, radang lambung, colitis, radang tekak, dysphagia, sakit abdominal, kemuakan dan pembuat muntah, diare berdarah dan goncangan. Kemudiannya, bengkak dari kelenjar ludah, stomatitis, pelonggaran dari gigi, radang buah pinggang, anuria dan radang hati(2).	(1)Apriadi, 2005 (2)Stockinger, 1981 dalam WHO, 2005).
2	Timbal (Pb)	Mual, anemia, sakit sekitar mulut dan kelumpuhan, gangguan neurologi (ataxia, coma, stupor), keguguran, dan kematian janin.	Darmono, 2001 dalam Apriadi, 2005 dan Sudarmaji, 2006
3	Cd (Cadmium)	Sesak napas, radang paru-paru, hipertensi, sakit kepala, menggigil, dan kerapuhan tulang	Sudarmaji, 2006
4.	Cu (Tembaga)	Menghambat pembentukan urin , gangguan ginjal, gangguan hati (karena hati tidak dapat mengeluarkan Cu ke dalam darah dan empedu sehingga Cu akan menumpuk di hati), muntaber, pusing, anemia, shock dan meninggal dunia.	Ifroh, 2011
5.	Fe (Besi)	Kelebihan zat besi dalam tubuh maka akan berbahaya pada kulit dan pencernaan	Karamah, 2010

Spektroskopi Infra Merah

Spektroskopi infra merah digunakan untuk mengidentifikasi kualitatif dari kapok fiber (Lim dan Huang, 2007). Tujuan utama dari analisis spektroskopi infra merah adalah untuk menentukan fungsional sampel.

Dalam penelitian ini, untuk mengetahui sifat permukaan molekul yang menyelubungi serat kapok atau *kapok fiber* (KF) sebagai bahan penyerap partikulat yang baik maka didasarkan pada indikatornya.

Tabel 2. Indikator-indikator pada penelitian serat kapok

No	Bilangan Gelombang (cm ⁻¹)	Gugus molekul	Keberadaanya dalam Kapok	Referensi
1	3397	O-H	Selulosa	Yi Liu 2012
2	1592, 1504, dan 1463	C-C	Lignin	Yi Liu 2012
3	831	C-H	Lignin	Yi Liu 2012
4	3410	O-H	Selulosa	J.Wang 2012
5	1740	C=O	Lignin & Xylan	J.Wang 2012
6	1373 dan 1245	C-H dan C-O	Lignin	J.Wang 2012
7	1735,1370, dan 1242	C=O	Lignin & Xylan	T.T. Lim 2007
8	1150	C-H	Lignin	B. Chung 2008
9	2918	CH ₂ dan CH ₃	Waxe	T.T.Lim 2007
10	1107	C-H	Lignin	Y.Zheng 2012
11	1290 dan 1239	C-N	Lignin	Y.Zheng2012

Scanning Electro Microscope (SEM)

Scanning Electro Microscope (SEM) yaitu teknik mikroskop elektron mampu menghasilkan gambar resolusi tinggi dari permukaan sampel dengan menggunakan prinsip interaksi elektron-materi. Pada penelitian ini SEM digunakan untuk mengetahui sifat permukaan serat kapok atau *kapok fiber* (KF), setelah diberikan perlakuan waktu pengeringan yang berbeda.

Deterjensi

Deterjensi merupakan proses penghilangan kotoran dari suatu permukaan. Faktor yang mempengaruhi deterjensi, antara lain sifat alamiah kotoran, substrat atau permukaan

dimana kotoran menempel, proses yang dilibatkan dalam penghilangan kotoran, jenis air yang digunakan dan suhu (Sidik, 2009). Dalam penelitian ini deterjensi atau proses pencucian secara kimia bertujuan untuk menghilangkan kotoran pada permukaan serat kapuk sehingga sifat alamiahnya yang hidrofobik menjadi hidrofilik.

Proses Pengeringan

Dalam penelitian ini proses pengeringan dilakukan untuk mengurangi kadar air dalam serat kapuk. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan daya serap serat kapuk sebagai bahan adsorpsi.

Proses pengeringan dilakukan sebanyak dua tahap yaitu:

- a. Tahap pertama adalah setelah proses pencucian. Hal bertujuan untuk mengurangi kadar air dalam rongga serat kapuk sebagai bahan adsorpsi.
- b. Tahap kedua adalah setelah proses pengotoran, maksudnya setelah serat kapuk direndam dalam pengotor kapuk dikeringkan lagi. Hal ini bertujuan untuk mengurangi kadar air dalam rongga serat kapuk sehingga partikel-partikel atau polutan dalam pengotor tersisa di permukaan serat yang selanjutnya akan diuji untuk daya serapnya.

Metodologi

Terlebih dahulu serat kapuk dipisahkan dari kulit (cangkang) dan bijinya, kemudian dicuci (direndam dalam larutan deterjen selama 30 menit, dikucek selama 3 menit dan dibilas 1x dengan air) hingga bersih untuk membebaskan kotoran-kotoran yang mungkin menempel pada serat kapuk. Setelah dicuci bersih dilakukan proses pengeringan untuk mengeliminasi kandungan air dalam serat kapuk. Proses pengeringan serat kapuk dengan menggunakan Hair Dryer Tecstar 350 pada suhu 60 °C. Besarnya suhu yang digunakan pada penelitian ini berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Teik-Thye Lim dan Xiaofeng Huang pada tahun 2007, dalam penelitian ini lamanya waktu pengeringan divariasikan. Variasi waktu pengeringan serat kapuk adalah 5 menit, 10 menit, 15 menit, 20 menit dan 25 menit, untuk setiap sampel. Kemudian masing-masing sampel serat kapuk yang telah ditreatment

(Adsorben) digunakan untuk menyaring air limbah sebanyak 100 mL, lalu dikeringkan kembali selama 15 menit untuk setiap sampel.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Lama Pengeringan

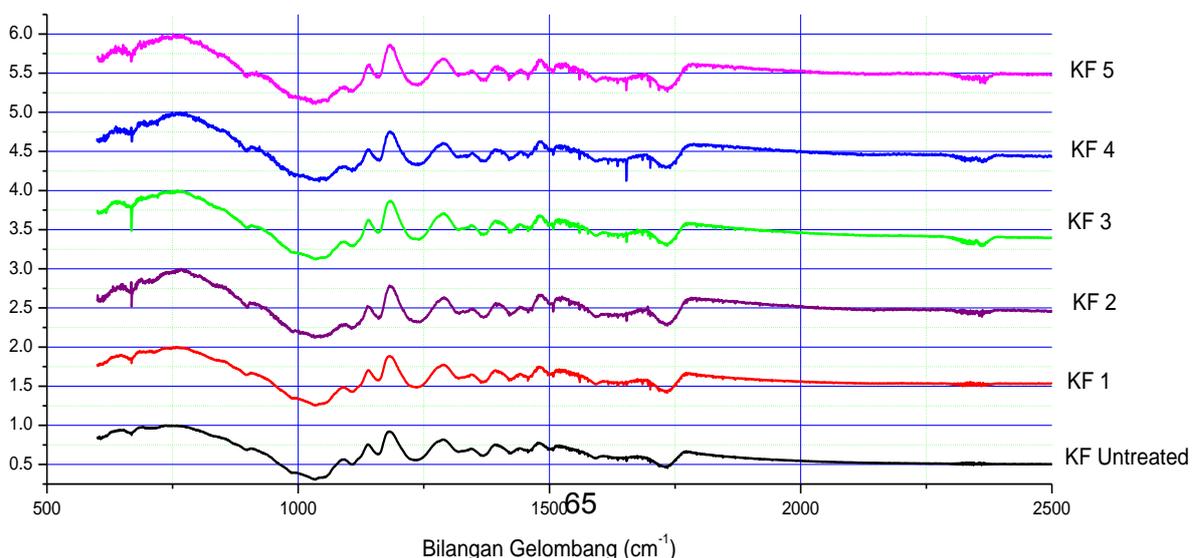
Pemanasan adsorben dapat meningkatkan kemampuan penyerapan terhadap adsorbat. Pemanasan yang dilakukan dapat memperbesar pori-pori adsorben sehingga akan meningkatkan efisiensi penyerapan (Nurhasni, 2002).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa lamanya waktu pengeringan terhadap serat kapuk mempengaruhi waktu penyaringan, kualitas air limbah (dalam hal ini warna air), kemampuan adsorpsi relative serat kapuk terhadap partikel, dan sifat permukaan serat kapuk.

Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Penyaringan Air

Lamanya waktu pengeringan serat kapuk mempengaruhi lamanya waktu penyaringan air, hal ini sesuai dengan teori bahwa lamanya pengeringan mempengaruhi pori-pori permukaan serat kapuk sehingga efektif melakukan penyerapan, dengan demikian semakin lama waktu pengeringan maka semakin cepat waktu penyaringan. Tak hanya itu lamanya waktu pengeringan juga mempengaruhi warna air limbah yang tadinya keruh menjadi terang/jernih. Warna Air pada sampel 5 lebih terang dibandingkan dengan KF 1, 2, 3, dan 4. Hal ini menandakan bahwa semakin lama waktu pengeringan KF maka warna air semakin terang.

Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Adsorpsi Relatif Partikel Air Setelah Dianalisis dengan Spectroscopy Infra Merah



Gambar 2. Grafik perbandingan nilai bilangan gelombang untuk setiap sampel yang diperoleh dari Spectroscopy Infra Red dan dianalisis melalui origin versi 6.0

Setelah dilakukan analisis terhadap nilai puncak masing-masing gugus molekul, selanjutnya adalah menentukan pita gelombang serapan yang nilainya tidak berubah atau konstan pada setiap sampel. Hal ini berdasarkan pada penelitian yang dilakukan oleh Ivan Bykov dalam tesisnya *Characterization of Natural Technical Lignings Using FTIR Spectroscopy* yang menyatakan bahwa nilai adsorpsi yang konstan adalah 1512 cm^{-1} , sehingga angka yang diambil adalah mendekati nilai tersebut, yaitu pada nilai 1507 cm^{-1} .

Tahap selanjutnya adalah melakukan perhitungan dan analisis nilai adsorpsi relative (RA), dengan menggunakan memperhatikan ketinggian spektrum FTIR pada setiap bilangan gelombang menggunakan persamaan

$$RA = \frac{A_{ab}}{A_{1507}}$$

Keterangan :

RA = Relative Adsorpsi

A_{ab} = ketinggian puncak pada spektrum bilangan gelombang yang ditinjau

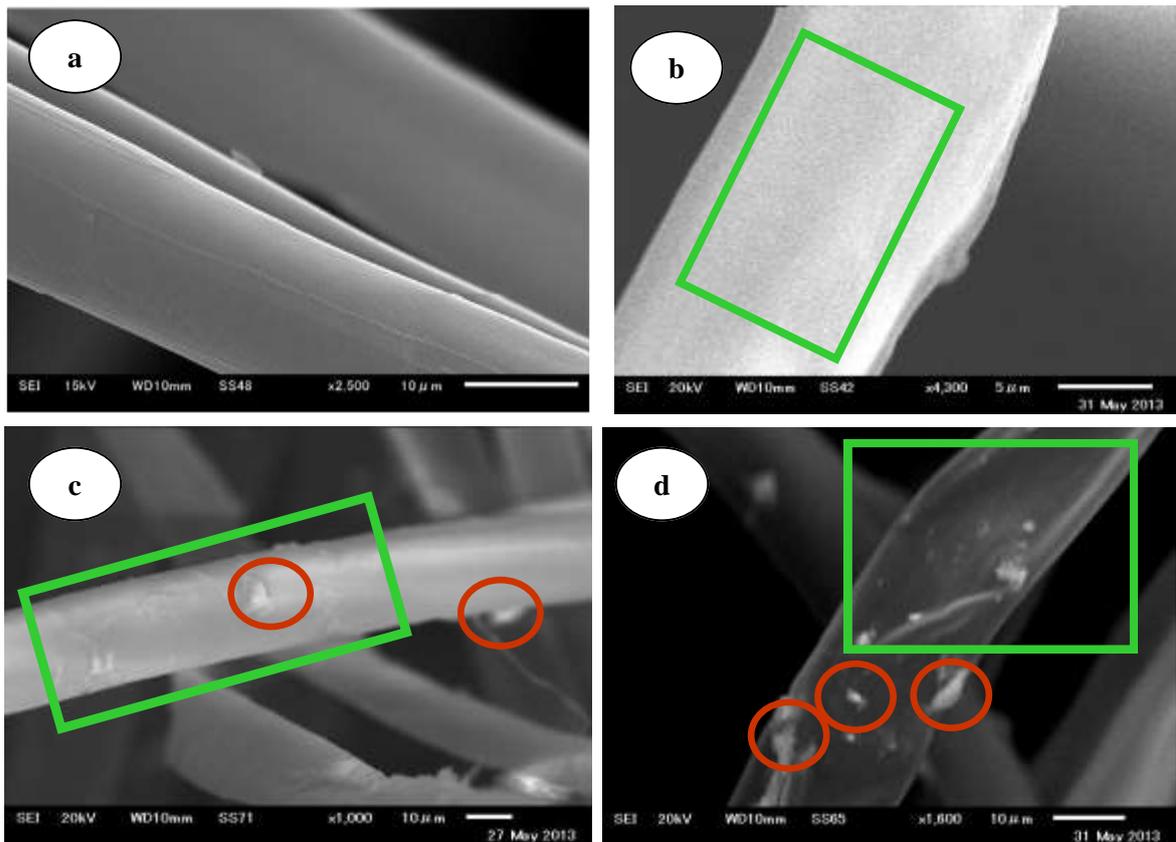
A_{1507} = ketinggian puncak pada spektrum bilangan gelombang 1507 cm^{-1}

Tampak pada tabel 3 untuk masing-masing bilangan gelombang dalam masing-masing sampel memiliki nilai yang fluktuasi (turun naik). Tetapi, jika RA untuk setiap sampel dijumlahkan maka akan terlihat perbedaan yang jelas, dimana nilai RA semakin menurun seiring dengan waktu pengeringan. Dengan demikian lamanya waktu pengeringan mempengaruhi RA, semakin lama waktu pengeringan maka semakin kecil nilai RA sehingga lebih baik untuk menyerap partikulat.

Tabel 3. Adsorpsi Relatif pada Serat Kapuk

Spektrum Gelombang (cm^{-1})	Referensi	Adsorpsi Relatif					
		SK 0	SK 1	SK 2	SK 3	SK 4	SK 5
1735-1740	T.T Lim, 2012	2.8	2.7	3.6	3	2.9	2.7
1363-1373	J. Wang, 2007	2.0	1.7	2.0	1.8	1.7	1.4
1232-1242	Y. Zeng, 2012	5.4	4.8	5.4	5.3	4.3	4.6
1150-1162	B. Chung, 2008	3.2	2.7	3.4	3.2	2.6	2.7
1107	Y. Zeng, 2012	2.6	2.3	2.0	2.3	1.9	1.7
1035-1130	I. Bykov 2008	1.3	2.2	0	2.2	0	0
Total		17.3	16.4	16.4	15.6	13.4	13.1

Pengaruh Lama Pengeringan terhadap Sifat Permukaan Serat Kapuk



Gambar 3. Sifat permukaan serat kapuk yang dianalisis dengan SEM JEOL – 6340F sifat serat kapuk sebelum di berikan perlakuan (a) mulus, sifat permukaan serat kapuk setelah diberikan perlakuan (b) kasar, (c) retak (d) berkeriput

encok (Clayton 1989 dalam WHO, 2003). Sedangkan Hg dapat mengakibatkan peradangan pada mulut dan gusi, pembengkakan kelenjar ludah, pelonggaran pada gigi, Mual, muntah-muntah, diare, kerusakan ginjal, dan kematian (Apriadi, 2005) dan gagal ginjal akut, radang lambung, colitis, radang tekak, dysphagia, sakit abdominal, kemuakan dan pembuat muntah, diare berdarah dan goncangan. Kemudiannya, bengkak dari kelenjar ludah, stomatitis, pelonggaran dari gigi, radang buah pinggang, anuria dan radang hati (Stockinger, 1981 dalam WHO, 2005).

Kesimpulan

Dengan demikian serta kapuk yang diberikan perlakuan waktu pengeringan yang semakin lama, yakni 25 menit dengan udara panas dapat lebih banyak mengadsorpsi partikulat dalam air yang tercemar oleh limbah pertambangan. Oleh karena itu peneliti merekomendasikan beberapa hal, yaitu sebagai berikut;

5. Pengembangan metode bioremediasi air dengan menggunakan serat kapuk sebagai bahan adsorpsi partikulat dalam air yang tercemar dengan teknologi sederhana dan ramah lingkungan.
6. Penelitian lanjutan mengenai adsorpsi serat kapuk terhadap partikulat merkuri dalam air.
7. Pengembangan budidaya tanaman kapuk untuk mensuplai pengembangan metode remediasi air tersebut.
8. Pengembangan serat kapuk untuk dimanfaatkan dalam bisnis penyaringan air.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriadi, Dandy. 2005. *Kandungan Logam Berat hg, pb dan cr pada air, Sedimen dan Kerang Hijau (perna viridis l.) di Perairan Kamal Muara, Teluk Jakarta*. Bogor : Institut pertanian Bogor, (Online). (<http://repository.ipb.ac.id>, diakses 12 Juli 2013).
- Bykov, Ivan. 2008. *Master Thesis Characterization of Natural Technical Lignins Using FTIR Spectroscopy*. Lulea : Departement of Chemical Engineering and Geosciences
- Chung, Byung Yeoup. 2008. Adsorption of Heavy Metal Ions onto Chemically Oxidized Ceiba petandra (L.) Gaertn. (Kapok) Fibers.51(1):28-35.
- Chung, Jong-Tae. 2013. Synthesis and Characterization of activated hollow carbon fibers from Ceiba petandra (L.) Gaertn. (kapok). 93:401-403.
- Hyunh, Hai T. dan Mikiya Tanaka. 2003. Removal Of Bi, Cd, Co, Cu, Fe, Ni, Pb, and Zn from Aqueous Nitrate Medium with Bis(2-ethylhexyl)phosphoric Acid Impregnated Kapok Fiber. 42:4050-4054
- Ifroh, Riza Hayati. 2011. Kajian Prediktif Risiko Kesehatan Akibat Paparan Cu (Tembaga) Pada Air Sungai Mahakam Dengan Metode *Public Health Assasment* (Pha). <http://xa.yimg.com> , diakses 15 Juli 1013
- Jahja, Mohamad. 2013. *Removing water pollutant with kapok fiber*. Ppt Disajikan pada Group Seminar of Prof. Takebe, Graduate School of Science and Technology, Ehime University Japan, 15 Februari 2013.
- Karamah, Eva F. 2010. Pengolahan Limbah Campuran Logam Fe, Cu, Ni dan Amonia Menggunakan Metode Flotasi-Filtrasi dengan Zeolit Alam Lampung Sebagai Bahan Pengikat. B04:1-5
- Limbong, Daniel, 2003. Emmision and environmental implication of mercury from artisanal gold mining in North Sulawesi, Indonesia. 302:227-236.
- Lim, Teik-Thye dan Xiaofeng Huang. 2007. Evaluation of Hydrophobicity/Oleophilicity of Kapok and Its Performance in Oily Water Filtration : Comparison of Raw and Solvent-Treated Fibers. 26:125-134.
- Liu, Yi. 2012. Adsorption of Methylene Blue by Kapok Fiber Treated by Sodium Chlorite Optimized with Response Surface Methodology. 184:248-255
- Nurhasni. 2002. Penyerapan Ion Logam Cd dan Cr Dalam Air Limbah Menggunakan Sekam Padi. 310-318
- Sidik, Nazrudin Rachman. 2009. *Kajian Pengaruh Konsentrasi Metil Ester Sulfonat (MES) Dan Konsentrasi Alkali (KOH) Terhadap Kinerja Deterjen Cair Industri*. Bogor :

- Institut Pertanian Bogor, (Online). (<http://ipb.ac.id/handle/123456789/19637.html>, diakses 3 Maret 2013).
- Sudarmaji. 2006. Toksikologi Logam Berat B3 Dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. 02:129-142, (online). (<http://journal.unair.ac.id>, diakses 12 Juli 2013)
- Wang, Jintao. 2012. Effect of Kapok Fiber Treated with Various Solvents on Oil Absorbency. 40:178-174
- Widaningrum. 2007. Bahaya Kontaminasi Logam Berat dalam Sayuran dan Alternatif Pencegahan Cemarannya. 3:17-27
- WHO. 2003. Aluminium in Drinking-water. 03:1-9, (Online). (<http://www.who.int> , diakses 12 Juli 2013).
- WHO. 2005. Mercury in Drinking-water. 05:1-10, (Online). (<http://www.who.int> , diakses 12 Juli 2013).
- Zheng, Yian. 2012. Kapok Fiber Oriented-Polyaniline Nanofibers for Efficient Cr (VI) Removal. 191:154-161.