

## POTENSI HAYATI SERAT PURUN TIKUS (*ELEOCHARIS DULCIS*) DALAM PROSES ADSORPSI KANDUNGAN LOGAM BERAT MERKURI (Hg), TSS DAN COD PADA LIMBAH CAIR PERTAMBANGAN EMAS

Chairul Irawan\*, Ardiansyah, Naisha Hanan

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lambung Mangkurat  
Jl. A. Yani Km. 36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan, Indonesia

\*E-mail corresponding author: chairawan\_ftunlam@yahoo.com

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Article history:</i> Received: 07-02-2014 Received in revised form: 20-03-2014 Accepted: 30-03-2014 Published: 05-04-2014</p> <p><i>Keywords:</i> Adsorption Biocomposite Mercury COD TSS</p>	<p><i>Activity of gold mining in Kalimantan potentially can give waste that include into "Bahan Beracun Berbahaya (B3)" such as mercury. An effort to make out this contamination is adsorption method. Eleocharis dulcis contain high amount of cellulose, about 40,92% so it can be used as an adsorbent. The purpose of this research are studying the capability of eleocharis dulcis as a natural adsorbent, studying the process of biocomposite making from eleocharis dulcis with iron oxide nanoparticle, and studying the influent of result iron oxide nanoparticle added to biocomposite in order to make a lower amount of heavy metal mercury (Hg), Total Suspended Solid (TSS) dan Chemical Oxygen Demand (COD) in waste water of gold mining. Eleocharis dulcis (PT) through delignification process use 1% NaOH solution and then the PT-D is made to become biocomposite with iron oxide nanoparticle apply "one-pot solvothermal reaction" method. The biocomposite have two variation: without amina cluster added (PT-M) and with amina cluster added (PT-MA). It's characterization are consist of Scanning Electron Microscope (SEM) and X-Ray Diffraction (XRD). Adsorption process is applied for 8 hours with mixing rate is 150 rpm. Analysis after adsorption process including three methods: AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer) method for Hg analysis, titrimetric method for COD, and gravimetric method for TSS. The result of adsorption process for mercury (Hg), COD, and TSS are optimally at pH 7 which the value of their effectiveness are 65,04%, 80%, and 81,25%. The maximum amount of Hg adsorption capacity for PT-D, PT-M, and PT-MA respectively are 6,504 mg/g, 6,984 mg/g, and 6,911 mg/g. The addition of iron oxide nanoparticle can increase adsorben capability of eleocharis dulcis.</i></p>

**Abstrak-** Aktivitas pertambangan emas di Kalimantan berpotensi menghasilkan limbah yang termasuk dalam Bahan Beracun Berbahaya (B3) seperti merkuri. Upaya yang dilakukan untuk mengatasi pencemaran ini salah satunya adalah dengan metode adsorpsi. Serat purun tikus mengandung selulosa yang cukup tinggi yaitu sekitar 40,92% sehingga dapat dijadikan sebagai adsorben. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari kemampuan serat purun tikus sebagai adsorben alami, mempelajari proses pengolahan biokomposit serat purun tikus dengan material nanopartikel besi oksida, dan mengetahui pengaruh hasil penambahan nanopartikel besi oksida untuk membuat biokomposit serat purun tikus dalam upaya menurunkan kandungan logam berat Hg, Total Suspended Solid (TSS) dan Chemical Oxygen Demand (COD) pada limbah cair pertambangan emas. Serat purun tikus (PT) didelignifikasi menggunakan larutan 1% NaOH kemudian PT-D ini dibuat menjadi biokomposit dengan magnet besi oksida nanopartikel menggunakan metode one-pot solvothermal reaction. Biokomposit ini divariasikan menjadi dua jenis yaitu tanpa penambahan gugus amina (PT-M) dan dengan penambahan gugus amina (PT-MA). Karakterisasi yang dilakukan terdiri dari uji Scanning Electron Microscopic (SEM) dan X-Ray Diffraction (XRD). Proses adsorpsi dilakukan selama 8 jam dengan kecepatan pengadukan 150 rpm. Analisa setelah adsorpsi menggunakan metode AAS

(Atomic Absorption Spectrophotometer) untuk uji kadar Hg, metode titrimetri untuk COD, dan metode gravimetri untuk TSS. Hasil adsorpsi merkuri (Hg), COD, dan TSS paling optimum pada pH 7 dengan keefektifan masing-masing sebesar 65,04%, 80%, dan 81,25%. Kapasitas adsorpsi maksimum PT-D, PT-M, dan PT-MA terhadap Hg masing-masing sebesar 6,504 mg/g, 6,984 mg/g, dan 6,911 mg/g. Penambahan magnet besi oksida nanopartikel dapat memperbesar kemampuan adsorben serat purun tikus.

**Kata Kunci :** adsorpsi, biokomposit, merkuri, PT, COD, TSS

## PENDAHULUAN

Seiring dengan ditemukannya beberapa daerah yang berpotensi mempunyai kandungan emas di Kalimantan, kegiatan pertambangan emas semakin meningkat pula. Aktivitas pertambangan emas tersebut berdampak langsung menghasilkan limbah yang potensial merusak lingkungan hidup yaitu limbah yang termasuk dalam bahan beracun berbahaya (B3) yang di dalamnya terdapat logam-logam berat seperti merkuri (Hg). Merkuri merupakan unsur yang paling beracun kedua di dunia.

Berbagai macam metode konvensional telah dikembangkan untuk menghilangkan merkuri dalam limbah cair. Seperti pengendapan kimia (*chemical precipitation*), koagulasi/flokulasi, pertukaran ion (*ion exchanger*), *reverse osmosis*, operasi elektrokimia, penggunaan mikroorganisme, serta adsorpsi (Agarwal, dkk., 2010). Dari semua metode ini, adsorpsi merupakan metode yang tampaknya sederhana dan kurang merepotkan. Penggunaan adsorben alami dalam proses adsorpsi merupakan salah satu alternatif pengolahan limbah yang mengandung merkuri. Dengan begitu diharapkan biaya operasional dalam pengolahannya menjadi lebih ekonomis.

Tumbuhan purun tikus (*Eleocharis dulcis*) merupakan tumbuhan liar yang dapat beradaptasi dengan baik pada lahan rawa pasang surut sulfat masam. Tumbuhan ini dapat dengan mudah ditemukan di Kalimantan Selatan, terutama di daerah-daerah yang mempunyai pH rendah (asam) pada saluran-saluran irigasi dan lahan tidur. Di Indonesia, batang purun tikus digunakan untuk membuat tikar dan sebagai pakan ternak, terutama untuk kerbau rawa seperti di Desa PandakDaun, Kalimantan Selatan (Asikin dan Thamrin, 2012). Tumbuhan purun tikus tidak memerlukan waktu lama untuk tumbuh sehingga pemanfaatannya saat ini masih kurang. Untuk meningkatkan nilai tambah (*value-added*) pemanfaatan purun tikus dapat dikembangkan sebagai bahan dasar adsorbendalam pengolahan limbah.

*Iron oxide* disamping sebagai adsorben yang memiliki kapasitas adsorpsi terhadap logam berat juga dapat dipergunakan sebagai partikel komposit pada material lain dengan ukuran nanopartikel (Irawan, dkk., 2012). Penggunaannya diharapkan dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi

pada biokomposit serat purun tikus. Sehingga dengan dilakukan penelitian ini diharapkan nantinya dapat diketahui pengaruh dari penggunaan biokomposit serat purun tikus dengan material *iron oxidenano* partikel sebagai adsorben untuk menurunkan kandungan logam berat merkuri (Hg) pada limbah cair pertambangan emas.

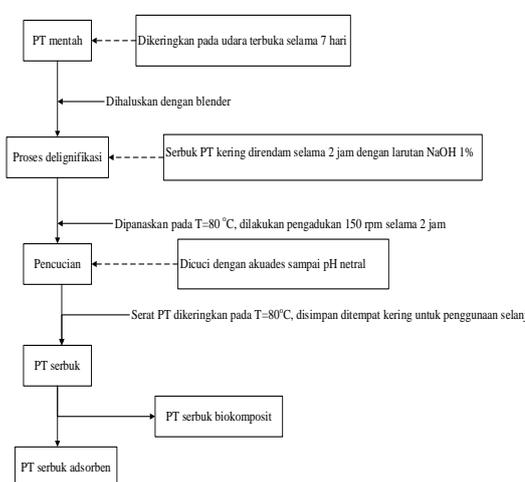
## METODE PENELITIAN

Bahan baku biomassa (serat purun tikus) diperoleh dari daerah Marabahan, Kalimantan Selatan. Bahan baku yang telah diperoleh dicuci dengan air untuk menghilangkan partikel pengotor seperti debu dan lain-lain. Dikeringkan pada udara terbuka selama 7 hari, kemudian dihaluskan menggunakan *blender* sehingga dihasilkan serbuk serat purun tikus. Serbuk serat purun tikus kering (40% v/v) direndam selama 2 jam dalam larutan 1% NaOH, dipanaskan pada suhu 80°C sambil dilakukan pengadukan dengan kecepatan 150 rpm selama 2 jam. Selanjutnya *slurry* yang diperoleh disaring dan dicuci dengan akuades sampai pH netral. Selanjutnya serat purun tikus dikeringkan selama 3 jam pada suhu 80°C kemudian ditimbang dan diulangi dengan prosedur yang sama hingga berat yang dihasilkan konstan. Untuk lebih jelas dapat dilihat diagram alir penghilangan kadar lignin.

Serat purun tikus merupakan bahan berselulosa sehingga memiliki struktur yang kompleks. Untuk itulah diperlukan tambahan perlakuan khusus untuk menghilangkan lignin yang disebut delignifikasi. Dalam proses delignifikasi digunakan 1% NaOH (w/v). Proses *pretreatment* 1% NaOH dapat menghilangkan kandungan-kandungan yang mengikat selulosa pada serat purun tikus. Tujuan dari proses delignifikasi adalah untuk memecah struktur lignin, memecah kristal selulosa, meningkatkan porositas bahan, memecah hemiselulosa, dan depolimerisasi hemiselulosa (Sun dan Cheng, 2002).

Sintesis biokomposit serat purun tikus dengan oksida besi nanopartikel dilakukan dengan cara *one-pot solvothermal reaction*, dengan modifikasi dari peneliti sebelumnya (Nata, dkk., 2011). Mula-mula natrium asetat anhidrat (1,6 g) dan  $\text{FeCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$  (0,8 g) dilarutkan dalam etilen glikol (24 mL) kemudian ditambahkan etilen diamin (7 mL) selanjutnya campuran tadi dipanaskan pada suhu 60 °C sambil dilakukan

pengadukan 150 rpm sampai larutan homogen dan berwarna *orange*. Serat purun tikus (0,5 g) dimasukkan dalam campuran tadi kemudian dibiarkan selama 10 menit sebelum dituangkan dalam reaktor solvothermal. Reaksi berlangsung selama 6 jam pada suhu 200 °C. Setelah reaksi tercapai dilakukan pendinginan pada suhu kamar. Biokomposit yang dihasilkan dicuci dengan akuades sampai larutan dipastikan bersih dari sisa bahan kimia lainnya. Pencucian selanjutnya dengan etanol (50%) sebanyak 3 kali. Untuk mempermudah pada proses pencucian ini, magnet digunakan untuk memisahkan biokomposit dengan filtratnya. Biokomposit yang dihasilkan disimpan di dalam akuades untuk penggunaan selanjutnya, dengan tujuan penyimpanan dalam akuades adalah untuk menghindari oksidasi dengan udara.



Gambar 1. Diagram alir proses pembuatan biokomposit purun tikus

Pada proses adsorpsi ini digunakan beberapa variasi yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Variasi Parameter Proses Adsorpsi

Parameter	Variasi
Konsentrasi Hg	25 mg/L, 50 mg/L, 75 mg/L, 100 mg/L
Ph	3, 7, 9, 11
Adsorbent	Serat purun tikus dan biokomposit serat purun tikus

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

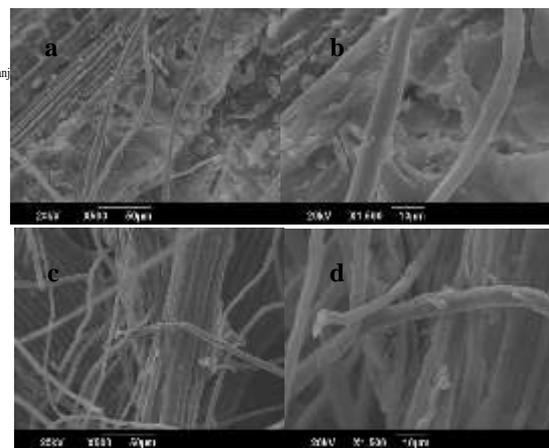
Dari hasil pengujian didapat hasil yang tidak konsisten dimana sampel limbah yang diujikan memiliki kandungan merkuri yang berbeda dengan tempat pengambilan sampel yang sama dengan konsentrasi Hg 1,14 ± 1 mg/L. Oleh karena itu untuk selanjutnya akan digunakan dua sampel yang berbeda. Untuk proses adsorpsi merkuri akan

digunakan sampel limbah buatan (sintetis) yang dibuat dengan cara melarutkan HgCl<sub>2</sub> p.a dengan konsentrasi awal hasil analisa 101,5 ± 1 mg/L yang selanjutnya digunakan pada berbagai variasi konsentrasi dengan cara pengenceran menggunakan akuades.

**Karakterisasi biokomposit purun tikus**

Serat purun tikus merupakan bahan berselulosa sehingga memiliki struktur yang kompleks. Untuk itulah diperlukan tambahan perlakuan khusus untuk menghilangkan lignin yang disebut delignifikasi. Dalam proses delignifikasi digunakan 1% NaOH (w/v). Proses *pretreatment* 1% NaOH dapat menghilangkan kandungan-kandungan yang mengikat selulosa pada serat purun tikus. Tujuan dari proses delignifikasi adalah untuk memecah struktur lignin, memecah kristal selulosa, meningkatkan porositas bahan, memecah hemiselulosa, dan depolimerisasi hemiselulosa (Sun dan Cheng, 2002).

Struktur morfologi PT dan PT-D diobservasi dengan SEM yang ditunjukkan oleh Gambar 2. Dalam proses delignifikasi uji SEM diperlukan untuk mengetahui struktur morfologi purun tikus. Pada Gambar 2 (a) dapat dilihat purun tikus sebelum proses delignifikasi.

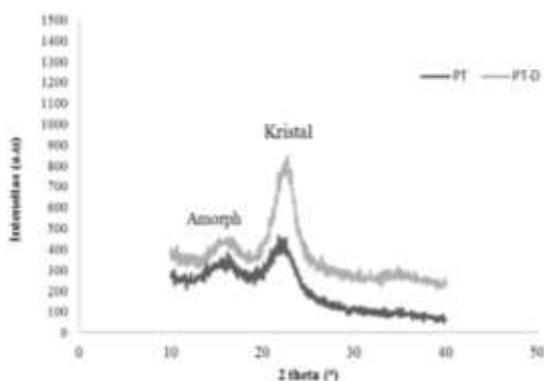


Gambar 2. SEM images dari purun tikus (a) purun tikus sebelum delignifikasi perbesaran 500 kali (b) purun tikus sebelum delignifikasi perbesaran 1500 kali (c) purun tikus sesudah delignifikasi perbesaran 500 kali (d) purun tikus sesudah delignifikasi perbesaran 1500 kali.

Dari perbesaran purun tikus 1500x Gambar 2(b) berbentuk batang dan permukaannya kasar. Hal ini karena purun tikus masih diselubungi oleh lignin, hemiselulosa dan komponen lain yang mengikat selulosa. Pada Gambar 2(c) dapat dilihat purun tikus yang sudah mengalami proses delignifikasi, pada perbesaran 1500x Gambar 2(d) purun tikus berbentuk batang yang lebih halus. Larutan 1% NaOH dapat menyerang dan merusak struktur lignin pada purun tikus, mengubah struktur amorph

menjadi kristal serta melarutkan lignin dan hemiselulosa dan menyebabkan pengembangan pada struktur selulosa (Gunam dkk., 2010).

Analisa XRD dilakukan untuk mengetahui struktur kristal selulosa dan mengetahui *CrI* purun tikus sebelum dan sesudah proses delignifikasi. Purun tikus yang mengandung serat selulosa di dalam struktur penyusunnya mempunyai karakteristik *peak* pada  $2\theta = 16,2^\circ$  (selulosa I),  $22,6^\circ$  (selulosa II). Dari Tabel 2 dapat dilihat intensitas purun tikus pada karakteristik *peak* amorph  $16,2^\circ$  dan kristal  $22,6^\circ$  yang ditunjukkan oleh Gambar 3.



**Gambar 3.** X-Ray Diffraction Purun tikus Sebelum dan Sesudah Delignifikasi

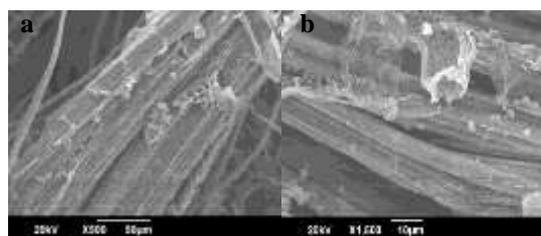
**Tabel 2.** Karakteristik PT dan PT-D

Sampel	Karakteristik <i>Peak</i>		CrI (%)
	<i>Amorph</i> ( $16,2^\circ$ )	Kristal ( $22,6^\circ$ )	
PT	381	449	26,28
PT-D	354	700	49,43

Struktur kristalin dari selulosa dapat mempengaruhi produk yang dihasilkan, selulosa merupakan parameter yang menentukan kekuatan dari serat (Vainio, 2007). Struktur purun tikus sebelum dan sesudah perlakuan *treatment* masih memiliki komponen-komponen dengan bentuk *amorph* (hemiselulosa dan lignin) dan kristal (selulosa). Hal ini dikarenakan hilangnya kandungan lignin dan hemiselulosa setelah proses delignifikasi dengan NaOH. Pada Gambar 3 menunjukkan serat purun tikus mengalami peningkatan nilai CrI setelah proses delignifikasi. Hal tersebut dapat dilihat dengan meningkatny nilai CrI sebesar 26,28% (selulosa I) menjadi 49,43% (selulosa II). *Treatment* purun tikus dengan NaOH dapat meningkatkan jumlah selulosa karena *treatment* dengan NaOH dapat menrestrukturisasi *amorphous cellulose* menjadi *crystalline cellulose*, sehingga dapat disimpulkan bahwa *treatment* dengan NaOH pada proses

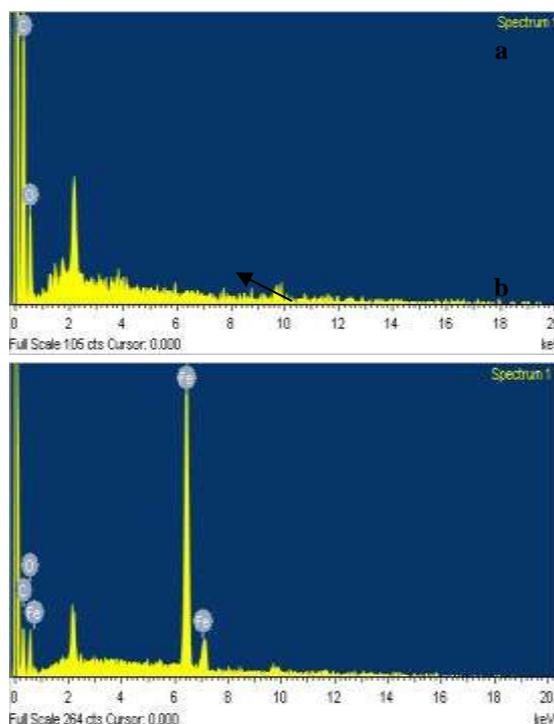
delignifikasi pada purun tikus dapat meningkatkan intensitas atau struktur kristalin dari purun tikus (Gunam, dkk., 2010).

Dari Gambar 4 (c dan d) dapat terlihat bahwa setelah proses pembuatan biokomposit terdapat magnet besi oksida nanopartikel yang menempel pada serat purun tikus. Proses pengikatan ini akan membuat luas permukaan biokomposit serat purun tikus lebih besar sehingga lebih efektif digunakan sebagai adsorben. Selain itu, adanya magnet besi oksida nanopartikel akan memudahkan pemisahan adsorben dari adsorbatnya dengan cara penggunaan magnet.



**Gambar 4.** SEM images dari purun tikus (a) PT-MA perbesaran 500 kali (b) PT-MA perbesaran 1500 kali.

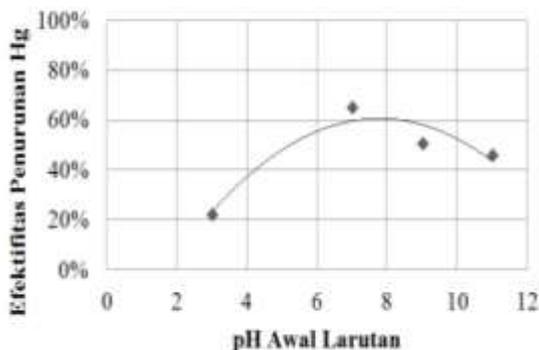
Untuk mengobservasi kandungan biokomposit purun tikus yang dihasilkan, maka dilakukan analisis EDX (Gambar 5). Analisis ini untuk mengetahui komposisi yang terkandung dalam PT-D dan PT-MA yang mengandung unsur Fe.



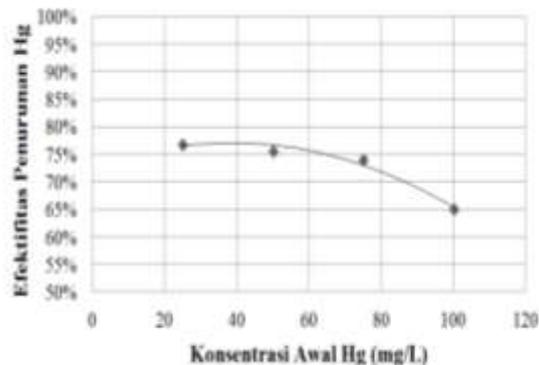
**Gambar 5.** EDX images untuk (a) PT dan (b) PT-MA

**Adsorpsi Hg dengan biokomposit purun tikus**

Pada proses adsorpsi merkuri untuk menentukan pH optimum, digunakan adsorben purun tikus yang sudah didelignifikasi. Pada purun tikus yang sudah didelignifikasi didapat bahwa permukaan adsorben yang dapat mengadsorpsi menjadi bertambah sehingga kapasitas adsorpsinya juga bertambah. Sampel yang digunakan merupakan limbah buatan dengan konsentrasi awal Hg adalah 100 mg/L. Berikut merupakan grafik hubungan antara pH awal larutan dengan keefektifan adsorpsi Hg menggunakan adsorben PT-D dapat dilihat pada Gambar 6. Selanjutnya membandingkan hubungan antara konsentrasi merkuri awal pada larutan dengan proses adsorpsi. Disini digunakan pH awal larutan 7 yang merupakan pH optimum dari proses adsorpsi sebelumnya. Variasi konsentrasi Hg awal yang digunakan adalah 25 mg/L, 50 mg/L, 75 mg/L, dan 100 mg/L.

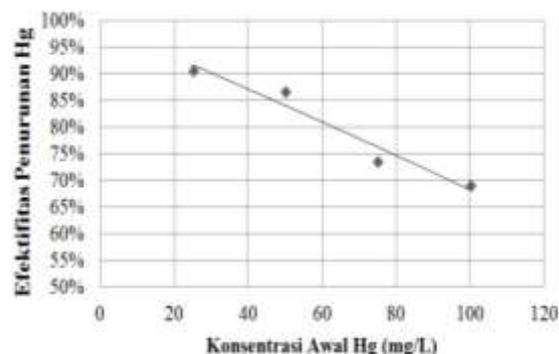


**Gambar 6.** Hubungan antara pH Awal Larutan dengan Efektifitas Penurunan Hg Menggunakan Adsorben PT-D pada Temperatur Kamar, Konsentrasi Adsorben 10 g/L, Waktu Reaksi 8 Jam dan Kecepatan Pengadukan 150 rpm



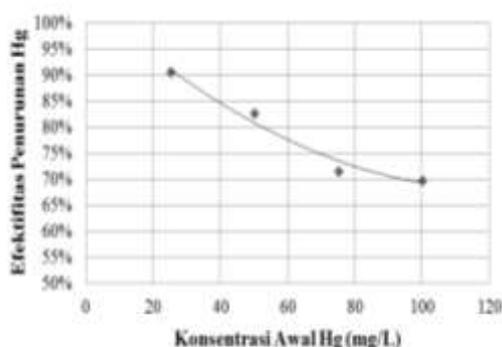
**Gambar 7.** Hubungan antara Konsentrasi Awal Hg (mg/L) dengan Efektifitas Penurunan Hg Menggunakan Adsorben PT-D pada Temperatur Kamar, Konsentrasi Adsorben 10 g/L, Waktu Reaksi 8 Jam dan Kecepatan Pengadukan 150 rpm

Dari Gambar 7 dapat terlihat bahwa kemampuan adsorpsi merkuri semakin berkurang seiring dengan penambahan jumlah Hg yang terkandung dalam larutan. Proses adsorpsi dipengaruhi oleh pergerakan ion yang terdapat dalam larutan tersebut. Semakin sedikit konsentrasi Hg maka pergerakan ion akan semakin bebas sehingga proses adsorpsi dapat berlangsung dengan maksimal pada ion logam yang terlarut (Agarwal, dkk., 2010). Dari hasil penelitian menggunakan adsorben purun tikus didapat konsentrasi awal larutan yang paling efektif adalah 25 mg/L dengan konsentrasi akhir yang didapat adalah 5,8 mg/L dan efektifitas sebesar 77%. Sama halnya pada adsorben purun tikus, pada adsorben purun tikus yang ditambahkan dengan magnet besi oksida juga terlihat pada Gambar bahwa kemampuan adsorpsi merkuri semakin berkurang seiring dengan penambahan jumlah Hg yang terkandung dalam larutan. Dari hasil penelitian menggunakan adsorben PT-M didapat konsentrasi awal larutan yang paling efektif adalah 25 mg/L dengan konsentrasi akhir yang didapat adalah 2,375 mg/L dan efektifitas sebesar 91%.



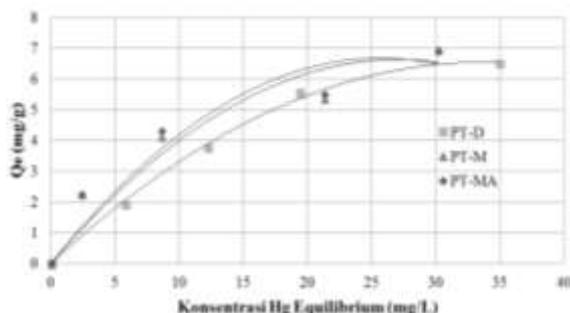
**Gambar 8.** Hubungan antara Konsentrasi Awal Hg (mg/L) dengan Efektifitas Penurunan Hg Menggunakan Adsorben PT-M pada Temperatur Kamar, Konsentrasi Adsorben 10 g/L, Waktu Reaksi 8 Jam dan Kecepatan Pengadukan 150 rpm

Sama halnya pada adsorben PT maupun dengan PT-M, pada adsorben PT-MA juga terlihat pada Gambar 9 bahwa aktivitas adsorpsi merkuri semakin berkurang seiring dengan penambahan jumlah Hg yang terkandung dalam larutan sedangkan kapasitas adsorpsinya bertambah dengan konsentrasi awal larutan yang paling efektif adalah 25 mg/L dengan konsentrasi akhir yang didapat adalah 2,11 mg/L dan efektifitas sebesar 92%.



**Gambar 9.** Hubungan antara Konsentrasi Awal Hg (mg/L) dengan Efektifitas Penurunan Hg Menggunakan Adsorben PT-MA pada Temperatur Kamar, Konsentrasi Adsorben 10 g/L, Waktu Reaksi 8 Jam dan Kecepatan Pengadukan 150 rpm

Dari ketiga jenis adsorben tersebut kemudian dibuat grafik perbandingan keefektifan dengan kapasitas adsorpsi dengan konsentrasi Hg *equilibrium* berdasarkan variasi konsentrasi yang ditunjukkan pada Gambar 10.



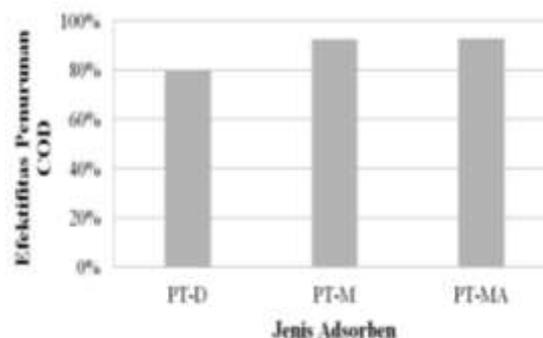
**Gambar 10.** Hubungan antara Konsentrasi Hg *Equilibrium* (mg/L) dengan Kapasitas Adsorpsi Hg Menggunakan Variasi Adsorben pada Temperatur Kamar, Konsentrasi Adsorben 10 g/L, Waktu Reaksi 8 Jam dan Kecepatan Pengadukan 150 rpm

Berdasarkan Gambar 10 terlihat bahwa purun tikus yang ditambahkan magnet besi oksida lebih baik kapasitas dan efektifitasnya dibandingkan dengan tanpa penambahan magnet besi oksida. Hal ini dapat terjadi karena magnet besi oksida memiliki ukuran pori-pori sangat halus yang dapat memperluas permukaan adsorben, permeabilitas tinggi dan disertai sifat mekanik dan termal yang stabil. Oleh karena itu proses adsorpsi dapat berlangsung dengan lebih baik (Wu, dkk., 2008). Disamping itu pula PT-M memiliki sifat magnetik yang mampu menarik ion-ion logam di sekelilingnya. Kenaikan efektifitas dari PT-D dengan PT-M berkisar antara

2,55% - 13,7%. Dari Gambar tersebut juga dapat terlihat bahwa tidak banyak perubahan yang terjadi ketika biokomposit purun tikus ditambahkan dengan gugus amina. Kenaikan efektifitas PT-MA hanya berkisar antara 0,26% - 3,95% dibandingkan dengan adsorben PT-M.

### Analisis COD dan TSS dengan biokomposit purun tikus

Dari hasil pengujian sebelumnya didapatkan bahwa kandungan COD pada air limbah tambang emas sudah berada di bawah baku mutu yaitu sebesar 69,084 mg/L. Namun dari hasil penelitian sebelumnya (Ratulanis dan Sarita, 2011) didapat kandungan COD-nya yaitu 256,64 mg/L. Oleh karena itu tetap dilakukan proses adsorpsi pada air limbah pertambangan emas untuk mengetahui seberapa besar kemampuan serat purun tikus sebagai adsorben untuk mengurangi kandungan COD. Selanjutnya adalah membandingkan kemampuan adsorpsi COD dari ketiga jenis adsorben yang disajikan pada Gambar 10. Disini digunakan sampel dengan pH 7 yang merupakan pH optimum pada proses adsorpsi COD sebelumnya. Berikut merupakan grafik perbandingan efektifitas adsorpsi COD dengan menggunakan adsorben PT-D, PT-M, dan PT-MA.

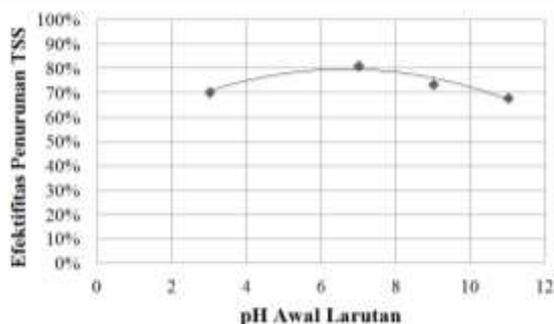


**Gambar 11.** Perbandingan Efektifitas Penurunan COD Menggunakan Variasi Adsorben pada Temperatur Kamar, Konsentrasi Adsorben 10 g/L, Waktu Reaksi 8 Jam dan Kecepatan Pengadukan 150 rpm

Berdasarkan Gambar 11 tersebut terlihat bahwa purun tikus yang ditambahkan magnet besi oksida lebih baik efektifitasnya dibandingkan dengan tanpa penambahan magnet besi oksida. Hal ini dapat terjadi karena magnet besi oksida memiliki ukuran pori-pori sangat halus yang dapat memperluas permukaan adsorben, permeabilitas tinggi dan disertai sifat mekanik dan termal yang stabil. Oleh karena itu proses adsorpsi dapat berlangsung dengan lebih baik (Wu, dkk., 2008). Dari Gambar tersebut juga dapat terlihat bahwa tidak banyak perubahan yang terjadi ketika

biokomposit purun tikus ditambahkan dengan gugus amina. Perbedaan keefektifannya hanya sekitar 1%.

Pada proses adsorpsi TSS untuk menentukan pH optimum, digunakan adsorben purun tikus yang sudah didelignifikasi. Berikut merupakan grafik hubungan antara pH awal larutan dengan keefektifan adsorpsi TSS menggunakan adsorben PT-D dapat dilihat pada Gambar 12.

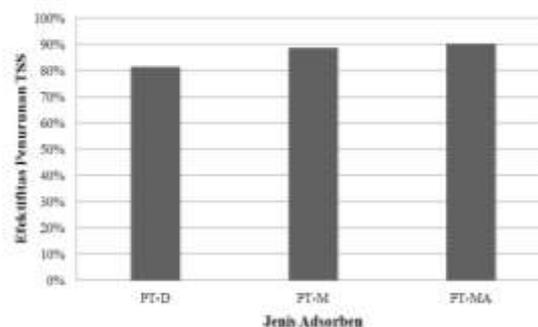


**Gambar 12.** Hubungan antara pH Awal Larutan dengan Efektifitas Penurunan TSS Menggunakan Adsorben PT-D pada Temperatur Kamar, Konsentrasi Adsorben 10 g/L, Waktu Reaksi 8 Jam dan Kecepatan Pengadukan 150 rpm.

Dari Gambar 12 dapat terlihat bahwa proses adsorpsi pada TSS sangat dipengaruhi oleh pH awal larutan. Pada pH asam dan pH basa proses adsorpsi tidak dapat berlangsung dengan efisien. Semakin tinggi pH awal larutan maka efektifitas adsorpsi terhadap TSS juga ikut meningkat hingga pH netral kemudian mengalami penurunan. Dari hasil penelitian dapat dilihat bahwa pH awal larutan optimum yang didapat adalah 7 dengan konsentrasi akhir sebesar 285 mg/L dan efektifitas sebesar 81%. Pengolahan TSS pada pH asam menghasilkan penurunan nilai TSS yang kecil karena proses adsorpsi yang berlangsung belum maksimal, karena pengolahan pada pH asam dapat mendegradasi senyawa-senyawa organik yang akan menyebabkan zat tersuspensi menjadi terlarut. Hal ini akan berlangsung sampai dicapai pH optimum, dimana dicapai proses adsorpsi yang maksimal yaitu pada pH 7 karena pada pH netral proses degradasi senyawa organik dan anorganik berlangsung secara optimum menyebabkan zat-zat tersuspensi terlarut kembali dalam jumlah yang banyak, yang akan dapat meningkatkan persentase penurunan nilai TSS. Namun apabila pH dinaikkan dengan penambahan basa NaOH, proses adsorpsi terhadap limbah akan berkurang sebagai akibat terbentuknya hidroksida-hidroksida yang sukar larut, sehingga TSS akan meningkat yang dibuktikan dengan tingkat kekeruhan yang tinggi (Irmanto dan Suyata, 2010).

Berikut merupakan grafik perbandingan efektifitas adsorpsi TSS dengan menggunakan

adsorben PT-D, PT-M, dan PT-MA yang ditunjukkan oleh Gambar 13.



**Gambar 13.** Perbandingan Efektifitas Penurunan TSS Menggunakan Variasi Adsorben pada Temperatur Kamar, Konsentrasi Adsorben 10 g/L, Waktu Reaksi 8 Jam dan Kecepatan Pengadukan 150 rpm

Berdasarkan Gambar 13 terlihat bahwa purun tikus yang ditambahkan magnet besi oksida lebih baik efektifitasnya dibandingkan dengan tanpa penambahan magnet besi oksida. Hal ini dapat terjadi karena magnet besi oksida memiliki ukuran pori-pori sangat halus yang dapat memperluas permukaan adsorben, permeabilitas tinggi dan disertai sifat mekanik dan termal yang stabil. Oleh karena itu proses adsorpsi dapat berlangsung dengan lebih baik (Wu, dkk., 2008). Dari gambar tersebut juga dapat terlihat bahwa tidak banyak perubahan yang terjadi ketika biokomposit purun tikus ditambahkan dengan gugus amina. Perbedaan keefektifannya hanya sekitar 2%.

## KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Serat purun tikus dapat berperan sebagai media adsorben untuk menurunkan konsentrasi merkuri (Hg), COD, dan TSS pada air limbah pertambangan emas.
2. Proses adsorpsi merkuri (Hg), COD dan TSS paling optimum dilakukan pada pH 7 dengan keefektifan masing-masing sebesar 65,04%, 80%, dan 81,25 % serta kapasitas adsorpsi PT-D, PT-M dan PT-MA terhadap Hg sebesar 6,504 mg/g, 6,984 mg/g, dan 6,911 mg/g.
3. Biokomposit serat purun tikus dengan material magnet besi oksida nanopartikel dilakukan dengan cara *one-pot solvothermal reaction*.
4. Penambahan magnet besi oksida nanopartikel dapat memperbesar kemampuan adsorben serat purun tikus dengan cara memperluas permukaan adsorben dan mempermudah dalam pemisahan dengan adsorbat.

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis ucapkan terima kasih atas hibah PKM-P 2014 dari DP2M Dikti.

**DAFTAR PUSTAKA**

- ADI. 2007. Penelitian Penyebaran Jenis Tumbuhan Purun Barito Kuala Kalsel. *Dinas Perindustrian dan Perdagangan*.
- AGARWAL, H., SHARMA, D., SINDHU, S. K., TYAGI, S. DAN IKRAM, S. 2010. Removal of Mercury from Wastewater Use of Green Adsorbents - A Review. *Electronic Journal of Environmental, Agricultural and Food Chemistry*, 9, 1551-1558.
- AGNESTISIA, R., KOMARI, N. DAN SUNARDI. 2012. Adsorpsi Fosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) Menggunakan Selulosa Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) Termodifikasi Heksadesiltrimetilammonium Bromida (HDTMABr) *Sains dan Terapan Kimia*, 6, 71-86.
- AL-AYUBI, M. C., BARROROH, H. DAN D., D. C. 2010. Studi Keseimbangan Adsorpsi Merkuri(II) pada Biomassa Daun Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*). *Alchemy*, 1, 53-103.
- ALAERT, G. DAN SANTIKA, S. S. 1984. *Metoda Penelitian Air*, Surabaya, Usaha Nasional.
- ASASIAN, N., KAGHAZCHI, T. DAN SOLEIMANI, M. 2012. Elimination of Mercury by Adsorption onto Activated Carbon Prepared from The Biomass Material. *Journal of Industrial and Engineering Chemistry*, 18, 283-289.
- ASIKIN, S. DAN THAMRIN, M. 2012. Manfaat Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) pada Ekosistem Sawah Rawa. *Jurnal Litbang Pertanian*, 31(1), 35-42.
- BAHIDIN. 2010. *Teknologi Biokomposit*. <http://kesejukanalamraya.blogspot.com/2010/06/teknologi-biokomposit.html>., diakses tanggal 3 Nopember 2013
- GUNAM, I. B. W., BUDA, K. DAN GUNA, I. M. Y. S. 2010. Pengaruh Perlakuan Delignifikasi dengan Larutan NaOH dan Konsentrasi Substrat Jerami Padi Terhadap Produksi Enzim Selulase dari *Aspergillus niger* NRRL A-II, 264. *Jurnal Biologi*, XIV, 55-61.
- HANDAYANI, A. W. 2010. *Penggunaan Selulosa Daun Nanas Sebagai Adsorben Logam Berat Cd(II)*. Universitas Sebelas Maret.
- HUTAGALUNG, HORAS P. 1985. Raksa (Hg). *Oseana*, 10, 93-105.
- INDRAYATI, L. 2011. Purun Tikus Berpotensi Perbaiki Kualitas Air di Rawa Pasang Surut. *Badan Litbang Pertanian*, 15-16.
- IRAWAN, C., NATA, I. F. DAN LEE, C.-K. 2012. Hydrothermally Prepared Iron Oxide Nanoparticles pillared Montmorillonite as An Effective Adsorbent for Pb and As removal. *Region 19 Th Symposium on Chemical Engineering, Bali, Indonesia and Tecnology*.
- IRMANTO DAN SUYATA 2010. Optimasi Penurunan Nilai BOD, COD dan TSS Limbah Cair Industri Tapioka Menggunakan Arang Aktif dari Ampas Kopi. *Molekul*, 5, 22-32.
- KASAM, YULIANTO, A. DAN SUKMA, T. 2005. Penurunan COD (Chemical Oxygen Demand) dalam Limbah Cair Laboratorium Menggunakan Filter Karbon Aktif Arang Tempurung Kelapa. *LOGIKA*, 2, 3-17.
- KOSJOKO, SONIEF, A. A. A. DAN SUTIKNO, D. 2011. Pengaruh Waktu Perlakuan Kalium Permanganate ( $\text{KMnO}_4$ ) Terhadap Sifat Mekanik Komposit Serat Purun Tikus (*Eleocharis Dulcis*). *Rekayasa Mesin* 2, 193-198.
- KRYSTIYANTI, KARTIKA. 2008. *Adsorpsi Merkuri(Ii) Oleh Biomassa Enceng Gondok (Eichornia Crassipes) yang Diimmobilisasi Pada Matriks Polisilikat Menggunakan Metode Kolom*. Universitas Islam Negeri Malang.
- MAEDA, R. N.,. 2011. Enzymatic Hydrolysis of Pretreated Sugar Cane Baggase using *Penicilliumfuniculosum* and *Trichoderma harzianum* Cellulases. *Process Biochememistry*, 46, 1196-1201
- MASQUDI, A. 2006. Penurunan Senyawa Fosfat Dalam Air Limbah Buatan Dengan Proses Adsorpsi Menggunakan Tanah Haloisit. *Majalah IPTEK*.
- NATA, I. F., SURESHKUMAR, M. DAN LEE, C. K. 2011. One-Pot Preparation of Amine-Rich Magnetite/Bacterial Cellulose Nanocomposite and Its Application for Arsenate Removal. *RSC Advances*, 1, 625-631.
- O'CONNELL, D. W., BIRKINSHAW, C. DAN FRANCIS, T. 2008. Heavy Metal Adsorbents Prepared from The Modification of Cellulosa: A Review. *Bioresource Technology*, 99, 6709-6724.
- PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP. 2004. *Kep-202/MENLH/10/2004 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan atau Kegiatan Pertambangan Bijih Emas dan atau Tembaga*.
- PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP. 2010. *Kep-03/MENLH/01/2010 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Kawasan Industri*.
- POERNOMO, H., RAHARDJO DAN SUYATNO, T. 2005. Reduksi Merkuri Dalam Air Limbah Penambangan Emas dengan Zeolit dan Secara Pengendapan. *Prosiding PPI*, 133-139.
- RATULANIS DAN SARITA. 2011. *Pengaruh Pembuangan Limbah Pengolahan Emas Pada*

- Pertambangan Emas Ilegal (Pertambangan Rakyat) Terhadap Kualitas Air Sungai Mama di Kecamatan Lopok Kabupaten Sumbawa.* Universitas Negeri Malang.
- SETIABUDI, B. T. 2005. Penyebaran Merkuri Akibat Usaha Pertambangan Emas di Daerah Sangon, Kabupaten Kulon Progo, D.I Yogyakarta. *Kolokium Hasil Lapangan*, 61, 1-17.
- SUMUAL, H. 2012. Karakterisasi Limbah Tambang Emas Rakyat Dimembe Kabupaten Minahasa Utara.
- SUN, Y. DAN CHENG, J. 2002. Hydrolysis of Lignocellulosic Materials for Ethanol Production: A Review. *Bioresource Technology*, 83, 1-11.
- SYARIFUDDIN, N. A. 2008. *Evaluasi Nilai Gizi Pakan Alami Ternak Kerbau Rawa di Kalimantan Selatan.* Universitas Lambung Mangkurat.
- VAINIO, U. 2007. *Characterisation Of Cellulose- and Lignin-Based Materials Using X-Ray Scattering Methods.* University of Helsinki.
- WU, W., HE, Q. DAN JIANG, C. 2008. Magnetic Iron Oxide Nanoparticles: Synthesis and Surface Functionalization Strategies. *Nanoscale Res Lett*, 3, 397-415.