



Sustainable Environmental and Optimizing Industry Journal

e-ISSN: 2621-5586

Volume 4, Nomor 2, September 2022

Doi: <https://doi.org/10.36441/seoi.v4i2.1185>

KOMBINASI ADSORBEN BIJI TREMBESI (*Samanea saman*) DAN FITOREMEDIASI TANAMAN KIAMBANG (*Salvinia molesta*) DALAM MENURUNKAN KADAR KROM PADA LIMBAH BATIK

COMBINATION OF TREMBESI (*Samanea saman*) ADSORBENTS AND FITOREMEDIATION OF KIAMBANG (*Salvinia molesta*) PLANTS TO REDUCE CHROME LEVELS IN BATIK WASTE

Erlina Kurnianingtyas^{1*}

¹Program Studi Rekayasa Tata Kelola Air Terpadu, Jurusan Teknologi Infrastruktur dan Kewilayahan, Institut Teknologi Sumatera.

*E-mail Korespondensi: erlina.kurnianingtyas@si.itera.ac.id

Diterima: 12 September 2022

Disetujui: 30 September 2022

ABSTRACT

Chrome (Cr) is one of the harmful heavy metals whose existence could lead to a decline in water quality, as well as harm the environment and aquatic organisms. One of the industries that generate the waste water containing chrome is the batik industry. The resulting wastewater processing needs to be done, one of which is to combine the adsorbents and trembesi seeds fitoremediasi plants *Salvinia* (*Salvinia molesta*). The purpose of this research is to know the levels of chrome on the process of adsorbsi and fitoremediasi process. This research was conducted with two processes, i.e. processes adsorbsi and fitoremediasi process. On the process of adsorbsi use two variations of the size that is the size of the mesh 30/40 mesh 60/70 and, after passing through the adsorbsi process then continues to process fitoremediasi. Treatment on the process of fitoremediasi that is the difference between living plants, IE 0-day, 2-day and 4-day. Sampling is done on each process, which is then carried out in the laboratory of environmental engineering laboratory. Based on the results of the research that has been done, the combination of adsorbent and trembesi seeds fitoremediasi plants *Salvinia* (*Salvinia molesta*) is capable of lowering the levels of chromium in waste batik. On the process of adsorbsi with 30/40 mesh size variation is obtained as a result of 8.771 mg/L and 60/70 mesh size variation of 8.092 mg/L is obtained from figure control 10.563 mg/l. To process fitoremediasi with the variation of size of mesh 30/40 adsorbent on day 0 8.730 mg/L, at 6.962 day 2 mg/L, on the 4th day of 6.212 mg/l. fitoremediasi Process with variation of the size of the mesh 60/70 adsorbent, on the 4th day 0 6.843 mg/L, on the 2nd day 5.752 mg/L, on the 4th day of 5.688 mg/L.

Keywords: Chromium Total, Process Adsorbsi, process Phytoremediation, Adsorbent Trembesi Seeds, Plant *Salvinia*, Batik Waste.

ABSTRAK

Krom (Cr) merupakan salah satu logam berat berbahaya yang keberadaannya dapat menyebabkan penurunan kualitas air, serta membahayakan lingkungan dan organisme perairan. Salah satu industri yang menghasilkan

Kurnianingtyas, E. (2022). Kombinasi Adsorbent Biji Trembesi (*Samanea Saman*) dan Fitoremediasi Tanaman Kiambang (*Salvinia Molesta*) Dalam Menurunkan Kadar Krom Pada Limbah Batik. *Sustainable Environmental and Optimizing Industry Journal*, 4(2), 108-114. Doi: <https://doi.org/10.36441/seoi.v4i2.1185>

air limbah yang mengandung krom adalah industri batik. Logam krom yang dihasilkan berasal dari pewarna buatan yang digunakan. Air limbah yang dihasilkan perlu dilakukan pengolahan, salah satunya yaitu dengan mengkombinasikan adsorben biji trembesi dan fitoremediasi tanaman kiambang (*Salvinia molesta*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui penurunan kadar krom pada proses adsorpsi dan proses fitoremediasi dengan variasi ukuran adsorben dan waktu tinggal tanaman. Penelitian ini dilakukan dengan dua proses, yaitu proses adsorpsi dan proses fitoremediasi. Pada proses adsorpsi menggunakan dua variasi ukuran yaitu ukuran 30/40 mesh dan 60/70 mesh, setelah melewati proses adsorpsi maka dilanjutkan ke proses fitoremediasi. Perlakuan pada proses fitoremediasi yaitu perbedaan waktu tinggal tanaman, yaitu 0-hari, 2-hari, dan 4-hari. Pengambilan sampel dilakukan pada masing-masing proses, yang kemudian dilakukan uji laboratorium. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, kombinasi adsorben biji trembesi dan fitoremediasi tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) mampu menurunkan kadar krom pada limbah batik. Pada proses adsorpsi dengan variasi ukuran 30/40 mesh didapatkan hasil 8,771 mg/L dan variasi ukuran 60/70 mesh didapatkan 8,092 mg/L dari angka control 10,563 mg/L. Untuk proses fitoremediasi dengan variasi ukuran adsorben 30/40 mesh pada hari ke-0 8,730 mg/L, pada hari ke-2 6,962 mg/L, pada hari ke-4 6,212 mg/L. Proses fitoremediasi dengan variasi ukuran adsorben 60/70 mesh, pada hari ke-0 6,843 mg/L, pada hari ke-2 5,752 mg/L, pada hari ke-4 5,688 mg/L.

Kata kunci: Kadar Krom Total, Proses Adsorpsi, Proses Fitoremediasi, Adsorben Biji Trembesi, Fitoremediasi Tanaman Kiambang, Limbah batik

PENDAHULUAN

Logam-logam berat yang terlarut dalam badan perairan pada konsentrasi tertentu dapat berubah fungsi menjadi racun bagi kehidupan perairan. Meskipun daya racun yang ditimbulkan oleh satu jenis logam berat terhadap semua biota perairan tidak sama, namun kehancuran dari satu kelompok dapat memutuskan satu tatanan ekosistem perairan (Palar, 2008).

Salah satu logam berat yang dapat mencemari lingkungan adalah krom (Cr), di lingkungan perairan telah dikenal sebagai logam berbahaya yang merupakan racun primer (Sutamihardja, 1982). Keberadaan krom di perairan dapat menyebabkan penurunan kualitas air serta membahayakan lingkungan dan organisme air (Susanti dan Henny, 2008). Krom bisa terdapat pada air buangan industri, yaitu industri batik. Air limbah yang dihasilkan pada industri batik berasal dari proses pewarnaan, pelorodan dan proses pencucian. Logam krom yang dihasilkan berasal dari pewarna buatan yang digunakan.

Berbagai cara dapat dilakukan untuk mengurangi kadar krom dalam limbah cair, antara lain dengan cara pengendapan, pertukaran ion, adsorpsi, fitoremediasi, dan elektrolisis (Suhartini, 2013). Metode adsorpsi merupakan cara konvensional tetapi paling efektif untuk mengurangi kadar krom pada air limbah. Adsorben alami yang bersifat *renewable* telah banyak dikembangkan untuk pengolahan air limbah, antara lain berasal dari tumbuhan, limbah pertanian, serta biomassa dari mikroba.

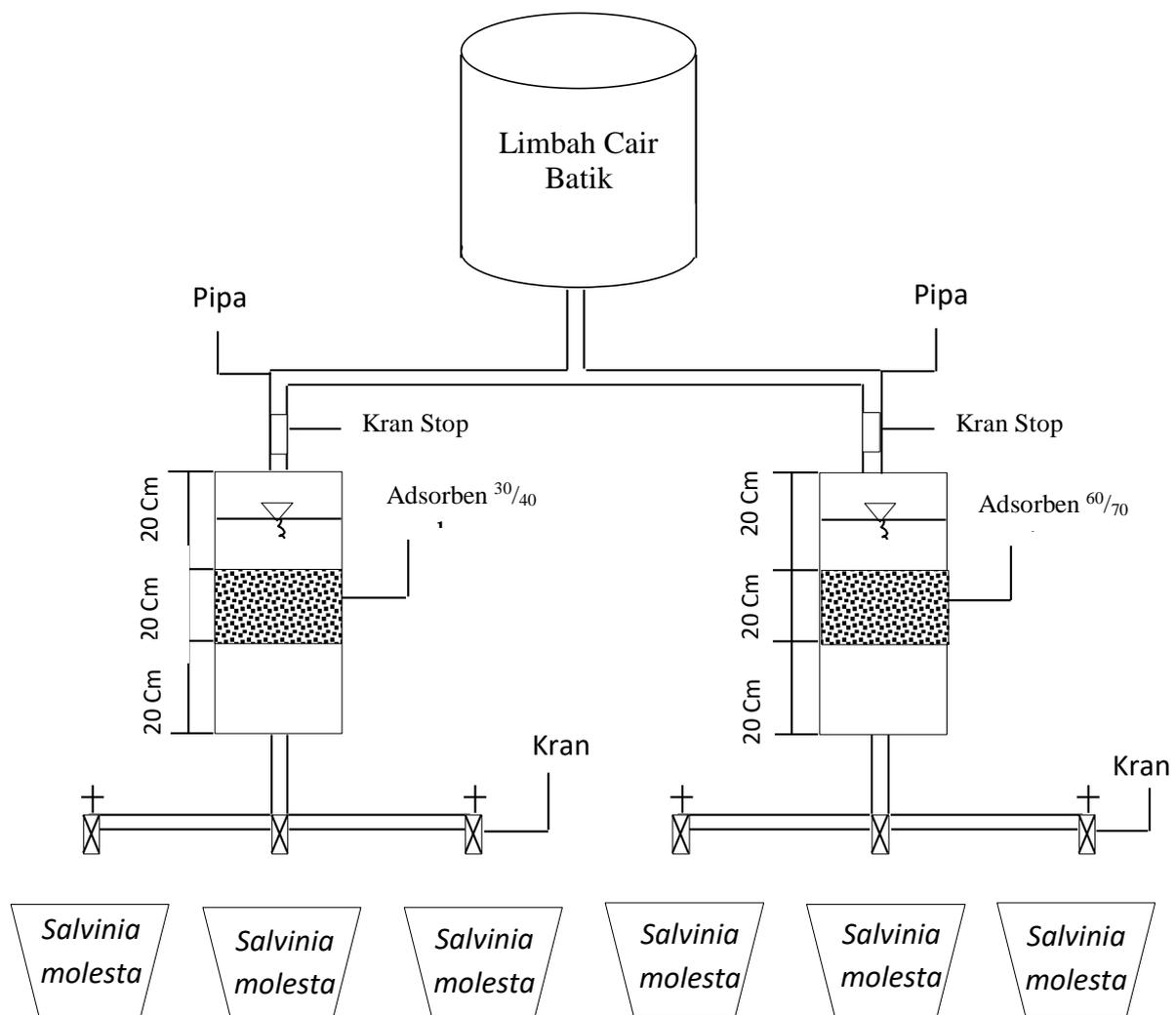
Pada penelitian ini digunakan kombinasi antara proses adsorpsi dan fitoremediasi dalam menurunkan kadar krom dalam air limbah batik. Adsorben yang digunakan berasal dari tumbuhan yaitu biji trembesi (*Samanea saman*) dan tanaman yang digunakan untuk fitoremediasi adalah tanaman dari jenis paku air yaitu Kiambang (*Salvinia molesta*). Biji trembesi merupakan salah satu bagian tanaman trembesi yang mengandung selulosa. Selulosa pada biji trembesi dapat menyerap krom yang terkandung pada air limbah batik. Sedangkan tanaman kiambang mampu tumbuh pada perairan dengan kadar nutrisi yang rendah dan memiliki akar yang panjang. Berdasarkan kemampuan adsorben dan fitoremediasi diatas, diharapkan penggabungan proses pengolahan kadar krom total pada limbah batik dapat optimal

METODE

Objek dalam penelitian ini adalah penurunan kadar krom total pada limbah cair industri batik dan variable yang digunakan adalah variasi ukuran adsorben biji trembesi: $3^0/4^0$ mesh dan $6^0/7^0$ mesh, serta variasi waktu kontak tanaman *Salvinia molesta* 0 hari, 2 hari, dan 4 hari.

Tahapan Penelitian

- a. Persiapan Pelaksanaan untuk fitoremediasi
 - Membersihkan tanaman dari sisa-sisa lumpur dan kotoran yang menempel pada daun, dan akar.
 - Memilih tanaman *Salvinia molesta* dengan kriteria berat yang sama.
- b. Persiapan Alat Penelitian
 - Membuat lubang pada bak penampung
 - Membuat kolom adsorben dari bahan akrilik dengan tinggi 50 cm dan diameter 2 inch.
 - Merangkai alat seperti Gambar 2.1 di bawah ini



Gambar 2.1. Perancangan Alat Penelitian

Tahap Pelaksanaan

1. Alat yang telah dirancang sesuai dengan Gambar 3.1 diatur dan ditata sedemikian rupa, dan diberi naungan agar tidak terkena air hujan dan tanaman tetap mendapatkan sinar matahari.
2. Bak penampung diisi dengan air limbah batik.
3. Setelah dari bak penampung air limbah akan masuk ke kolom adsorben yang telah diisi dengan adsorben biji trembesi dengan perlakuan 30/40 mesh dan 60/70 mesh setinggi 20 cm.
4. Selanjutnya air akan keluar menuju ke bak fitoremediasi dengan tanaman *Salvinia molesta*.
5. Proses pengolahan air limbah berlangsung batch dan dilakukan pengambilan sampel pada bak penampung, outlet adsorpsi (setelah proses adsorpsi) dan pada bak fitoremediasi. Pengambilan sampel dilakukan pada hari ke-0, ke-2 dan hari ke-4.
6. Sampel dari penelitian dianalisis di laboratorium dan parameter yang diuji adalah Krom (Cr) dalam air limbah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Air Limbah

Sebelum dilakukan penelitian, air limbah yang berasal dari limbah industri batik dilakukan pengujian terlebih dahulu untuk mengetahui kadar total krom yang terkandung didalamnya. Pengujian dilakukan di Laboratorium Teknik Lingkungan Institut Teknologi Yogyakarta (STTL "YLH") dan didapatkan hasil sebesar 10,563 mg/L. Kadar tersebut melebihi baku mutu yang ditentukan dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah untuk air limbah industri tekstil, parameter total krom adalah 1 mg/L.

Tingginya kadar krom pada limbah batik disebabkan oleh zat pewarna yang digunakan. Jenis pewarna di bedakan menjadi dua, yaitu pewarna alami dan pewarna buatan. Tempat pengambilan sampel air limbah banyak menggunakan pewarna buatan, sedangkan untuk pewarna alami hanya diproduksi apabila ada pesanan. Penggunaan pewarna alami hanya sedikit dikarenakan peminatnya sedikit karena harganya yang mahal, selain itu juga proses pewarnaan dengan menggunakan pewarna alami lebih lama, bisa mencapai 10 kali pencelupan warna untuk mendapatkan hasil yang optimal.

Pewarna buatan yang banyak digunakan dalam industry batik ini yaitu remasol, naphtol, dan indigosol dan pewarna buatan tersebut mengandung logam berat seperti krom (Cr), timbal (Pb), tembaga (Cu) dan mangan (Mn).

Adsorben Biji Trembesi

Pada penelitian ini adsorben dibuat dari biji trembesi, karena komposisi dari biji trembesi mengandung *Neutral detergent Fiber* (NDF) dan *Acid Detergen Fiber* (ADF) yaitu zat atau bahan pembentuk dinding sel tanaman, yang tersusun dari kutin, selulosa, dan hemiselulosa. Didalam selulosa yang memiliki gugus aktif OH yang mampu mengikat ion logam berat, seperti krom. Adanya gugus OH, pada selulosa menyebabkan terjadinya sifat polar pada adsorben, sehingga lebih kuat untuk menjerap zat yang bersifat polar (Oscik, 1991).

Air limbah batik pada penelitian ini dialirkan kedalam kolom yang berisi adsorben biji trembesi dengan variasi ukuran $^{30}/_{40}$ mesh dan $^{60}/_{70}$ mesh dan laju aliran yang sudah ditentukan sehingga kadar krom yang terkandung dalam limbah batik bisa berkurang. Air limbah hasil pengujian diambil sampelnya dan diuji di laboratorium dan didapatkan hasil seperti pada Tabel 3.1 di bawah ini

Tabel 3.1 Hasil Uji Laboratorium Kadar Krom Total Pada Proses Adsorpsi Dengan Variasi Ukuran $^{30}/_{40}$ mesh dan $^{60}/_{70}$ mesh

Ulangan	Ukuran Adsorben (mesh)		
	Kontrol	$^{30}/_{40}$ mesh	$^{60}/_{70}$ mesh
1		8,734	7,911
2		8,810	8,134
3	10,563	8,770	8,230
Total		26,314	24,275
Rata-rata		8,771	8,092

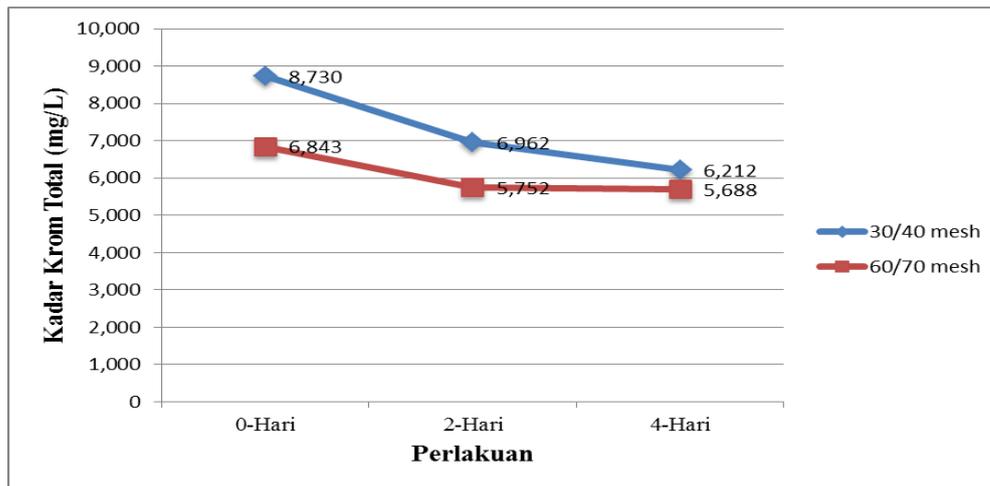
Berdasarkan data pada Tabel 3.1 menunjukkan bahwa pengolahan menggunakan adsorben biji trembesi ukuran $^{30}/_{40}$ mesh dengan tiga kali pengulangan didapatkan nilai rata-rata sebesar 8,771 mg/L dan untuk ukuran $^{60}/_{70}$ mesh didapatkan nilai rata-rata sebesar 8,092 mg/L, sedangkan untuk kontrol yang tidak diberi perlakuan didapatkan nilai 10,563 mg/L. Hasil dari pengujian dapat dilihat bahwa ukuran $^{60}/_{70}$ mesh lebih besar menurunkan kadar krom, hal ini disebabkan karena salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah ukuran butir, semakin kecil atau semakin halus ukuran butir, maka semakin luas permukaannya sehingga dapat menyerap kontaminan semakin banyak (Priatna dkk, 1985).

Selain ukuran butir adsorben, faktor lain yang dapat mempengaruhi proses adsorpsi adalah bahan penyerap (adsorben), diameter kolom, dan kecepatan alir umpan. Kolom yang digunakan dalam penelitian ini berbentuk tabung dengan bahan akrilik dengan diameter 2 inch, tinggi 60 cm, dan diisi dengan adsorben biji trembesi setinggi 20 cm. Diameter kolom pada proses adsorpsi juga berpengaruh yaitu semakin kecil kolom, maka proses penyerapan dapat berlangsung dengan baik, karena tumpukan adsorben dalam kolom akan semakin tinggi.

Faktor berikutnya yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah kecepatan alir umpan atau debit air limbah yang masuk pada kolom adsorpsi. Semakin kecil debit yang masuk pada kolom adsorpsi, maka efisiensi penyerapan kadar pencemar akan semakin besar, karena waktu tinggal air limbah dalam kolom semakin lama, sehingga waktu kontak air limbah dengan adsorben akan semakin baik (Priatna dkk, 1985).

Fitoremediasi Tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*)

Hasil rata-rata dari pengujian sampel pengolahan air limbah batik menggunakan proses fitoremediasi tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) dengan variasi ukuran adsorben $^{30}/_{40}$ dan $^{60}/_{70}$ mesh dan waktu kontak tanaman yaitu 0-hari, 2-hari, dan 4 hari untuk parameter krom total disajikan pada Gambar 3.1 dibawah ini



Gambar 3.1 Grafik Penurunan Kadar Krom Total Pada Proses Fitoremediasi Tanaman Kiambang

Hasil pengujian laboratorium parameter krom total pada proses fitoremediasi dengan variasi ukuran adsorben $30/40$ mesh pada hari ke-0 rata – rata kadar krom pada air limbah yaitu 8,730 mg/L, hari ke-2 yaitu 6,962 mg/L, dan hari ke-4 yaitu 6,212 mg/L. Sedangkan untuk hasil uji laboratorium pada proses fitoremediasi variasi ukuran adsorben $60/70$ mesh kadar krom rata – rata pada hari ke-0 yaitu 6,843 mg/L, hari ke-2 yaitu 5,752 mg/L, dan hari ke-4 yaitu 5,688 mg/L. Pada Gambar 3.2 dapat dilihat bahwa penurunan paling besar pada kedua perlakuan terjadi pada hari ke-2 untuk ukuran $30/40$ mesh terjadi penurunan sebesar 1,768 mg/L dan untuk ukuran $60/70$ mesh terjadi penurunan sebesar 1,091 mg/L. Penurunan terbesar terjadi pada ukuran $30/40$ mesh hal ini disebabkan adanya tanaman yang mati dan layu pada perlakuan variasi $60/70$ mesh, dan dapat dilihat juga untuk hari ke-2 menuju hari ke-4 penurunan pada kedua perlakuan tidak terlalu besar dikarenakan tanaman mengalami kejenuhan yang disebabkan sudah mencapai batas ambang akumulasi yang bisa dilakukan tanaman, selain itu juga banyak tanaman yang mulai mati, sehingga dalam penyerapan tidak maksimum.

Hasil penurunan di hari terakhir proses pengolahan kombinasi adsorben dan fitoremediasi yaitu pada hari ke-4 untuk semua perlakuan juga belum memenuhi kriteria baku mutu sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah untuk air limbah tekstil parameter total krom adalah 1 mg/L. Hasil pengolahan air limbah masih memerlukan pengolahan lanjutan dan belum bisa untuk langsung dibuang ke lingkungan.

Mekanisme kerja dari fitoremediasi tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) dalam menurunkan kadar krom pada limbah batik bersifat *rizodegradasi*, dan *fitoekstraksi*. Proses yang pertama yaitu rizodegradasi, dimana krom akan diuraikan oleh aktivitas mikroba yang ada disekitar akar dan diubah menjadi unsur hara, sehingga dapat diserap oleh tanaman. Selanjutnya yaitu proses fitoekstraksi yaitu zat kontaminan tersebut akan diserap oleh akar tanaman bersamaan dengan penyerapan nutrient dan air. Kontaminan tidak di rombak, melainkan diendapkan dibagian akar dan daun tanaman (Siswoyo, 2006). Kadar logam pada akar lebih tinggi dikarenakan tanaman melakukan lokalisasi unsur logam dengan menimbun pada bagian akar untuk sebagai bentuk antisipasi keracunan oleh unsur logam terhadap sel tumbuhan, hal ini bertujuan agar tidak menghambat proses metabolisme tumbuhan (Syahputra, 2005).

Pada proses fitoremediasi ada beberapa faktor yang mempengaruhi keberhasilan yaitu kemampuan daya akumulasi tanaman untuk berbagai jenis polutan dan konsentrasi, sifat kimia dan fisika, serta sifat fisiologi tanaman, jumlah zat kimia berbahaya, mekanisme akumulasi dan hiperakumulasi ditinjau secara fisiologi, biokimia, dan molecular, serta konsentrasi limbah yang digunakan (Kurniawan, 2008).

KESIMPULAN

Kesimpulan dari penelitian ini adalah

1. Ukuran adsorben biji trembesi berpengaruh dalam menurunkan kadar krom total pada air limbah batik. Hasil penurunan terbaik yaitu dengan menggunakan variasi ukuran $60/70$ mesh.
2. Waktu kontak terbaik tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) yaitu 2 hari dengan variasi ukuran adsorben $30/40$ mesh.
3. Penurunan kadar krom total setelah dilakukan pengolahan dengan kombinasi adsorben biji trembesi dan fitoremediasi tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) didapatkan hasil yaitu dari air baku 10,563 mg/L menjadi 5,688 mg/L.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Oscik, J. (1991). Adsorbtion. *Edition Cooper. New York: John Wiley and Sons*
- [2] Palar, H, (2008). Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta. Jakarta
- [3] Priatna, K., Suharto, S., Syariffudin, A. (1985) Prospek Pemakaian Zeolit Bayah Sebagai Penyerap NH_4^+ Dalam Air Limbah. *Laporan Teknik Pengembangan*. PPTM. Bandung
- [4] Siswoyo, E. (2006). aFitoremediasi Logam Berat Chromium (Cr) Menggunakan Tanaman Air Kiapu (*Pistia stratiotes*). Skripsi. *Jurnal Teknik Lingkungan Edisi Khusus*
- [5] Susanti, E., Henny. (2008). Pedoman Pengolahan Limbah Cair Yang Mengandung Kromium Dengan Sistem Lahan Basah Buatan Dan Reaktor Kolom. Cibinong
- [6] Sutamihardja. (1982). Perairan Teluk Jakarta Ditinjau dari Tingkat Pencemarannya. Tesis Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor
- [7] Syahputra, R. (2005). Fitoremediasi Logam Cu dan Zn dengan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes Solms.*). *Thesis*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia. Universitas Islam Indonesia