

PENGARUH WAKTU KONTAK DAN pH TERHADAP ION Cr (VI) DALAM LIMBAH TEKSTIL MENGGUNAKAN BIOADSORBEN DAUN JAMBU BIJI DAN DAUN TEH

Dian Sari Dewi*, Zufi Zumala Dewi*, Maryono**

*Dosen Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Tamansiswa Palembang

**Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Tamansiswa Palembang

Email : dianmuktiq@gmail.com

Abstrak

Biosorpsi adalah suatu proses di mana material biologi digunakan untuk mengadsorpsi logam berat atau metaloid dan partikulat yang terlarut dalam suatu larutan. Metode ini sangat menjanjikan dalam pengolahan buangan industri yang mengandung logam berbahaya karena memberikan kapasitas penyerapan yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk menyerap ion kromium dari larutan limbah industri tekstil melalui biosorpsi menggunakan daun jambu biji dan daun teh sebagai bioadsorben. Waktu kontak, pH dan jumlah bioadsorben merupakan variabel yang divariasikan pada penelitian ini. Pembuatan bioadsorben ini dilakukan dengan cara penghancuran, pencucian dan pengeringan. Bioadsorben yang dibuat dari daun jambu biji dan daun teh akan digunakan langsung untuk proses biosorpsi tanpa adanya perlakuan awal. Dosis bioadsorben yang digunakan adalah 5 gr per 100 ml larutan limbah industri tekstil. Kondisi optimum yang didapat dari penelitian ini adalah dengan waktu kontak selama 60 menit pada pH 3 dengan persen penyerapan yaitu 98,6891 %.

Kata Kunci : Biosorpsi, bioadsorben, daun jambu biji, daun teh, limbah

1. PENDAHULUAN

1.1. LATAR BELAKANG

Dewasa ini kegiatan perindustrian di dunia telah berkembang dengan pesat, seperti halnya industri tekstil. Hal ini selain menimbulkan dampak positif juga mendatangkan suatu masalah baru bagi lingkungan sehingga dibutuhkan suatu penanganan yang efektif dan efisien. Salah satu contoh pencemaran karena buangan industri adalah pencemaran yang ditimbulkan oleh limbah yang mengandung logam berat terlarut. Limbah dengan kandungan logam-logam berat yang cukup tinggi dapat menjadi polutan yang berbahaya didalam air. Salah satu logam berat yang berbahaya adalah logam berat kromium. Logam berat krom yang terkandung dalam limbah biasanya memiliki valensi tiga (Cr^{3+}) dan valensi enam (Cr^{6+}). Limbah logam berat krom diantaranya berasal dari industri pelapisan logam (*electroplating*), industri cat/pigmen atau industri tekstil dan industri penyamakan kulit (*leather tanning*). Limbah Cr (VI) menjadi perhatian karena sifat karsinogenik yang dimilikinya. Unikinya, hanya Cr (VI) yang bersifat karsinogenik sedangkan Cr (III) tidak. Tingkat toksisitas Cr (III) hanya sekitar 1: 100 kali dari Cr (VI). Beberapa upaya penanganan dari limbah Cr (VI) yang telah dilakukan yaitu dengan reduksi kimia dan *ion exchange* (Slamet dkk. 2003).

Pada umumnya metode yang digunakan untuk penanganan limbah Cr (VI) membutuhkan biaya yang besar dan proses yang panjang. Terdapat alternative lain untuk memisahkan Cr (VI) dari limbah industri yakni dengan metode adsorpsi menggunakan biomaterial. Cara ini merupakan metode yang sangat menjanjikan untuk mengolah buangan industri, terutama karena harganya murah dan memiliki kapasitas penyerapan yang tinggi (Arslan dan pehlivan, di dalam Sutrasno Khartoharjono, 2006). Berdasarkan hal ini maka perlu dilakukan pengembangan metode yang dapat menyerap ion logam berat khususnya kromium yang berbiaya murah, dengan memanfaatkan material adsorben yang mudah diperoleh dari tanaman yang disebut bioadsorben karena terbuat dari material biologi.

Beberapa penelitian telah dilakukan oleh ilmuwan untuk memanfaatkan biomaterial sebagai adsorben ion logam krom diantaranya menggunakan *lentinus sajarcaju mycelia* (Bayramoglu dkk. Didalam Sutrasno Karthoraharjono), kulit pisang dan *ecklonia sp.* (Park dkk. Didalam Sutrasno Karthoraharjono, 2004) dan Sutrasno dkk. (2008) sebelumnya telah melakukan penelitian dengan memanfaatkan kulit batang jambu biji untuk menyerap ion logam Cr (VI). Hasil yang didapat yaitu kulit batang jambu biji memiliki daya adsorpsi ion krom hingga lebih dari 90%.

Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Inalawati, 2010. bahwa kandungan zat tannin yang terkandung dalam daun jambu biji merupakan zat yang memiliki kemampuan penyerapan. Adanya ikatan karbonil didalam zat tannin menjadikannya molekul yang mudah terpolarisasi atau bermuatan positif sehingga dapat menarik atau menyerap anion krom yang bermuatan negatif (Sutrasno Kartohardjono dkk, 2008).

Berdasarkan latar belakang inilah maka dilakukan penelitian terhadap daun teh yang kandungan zat tanninnya lebih tinggi dari daun jambu biji yaitu 25 % sedangkan pada daun jambu biji adalah 17,4 % (widyawati Geningsih. 2009). Daun teh dan daun jambu biji digunakan sebagai bioadsorbent dan kedua jenis daun tersebut merupakan bagian tumbuhan yang berpori, sehingga dapat dalam proses adsorpsi.

1.2. PERUMUSAN MASALAH

Berdasarkan latar belakang di atas, dapat dirumuskan permasalahan sebagai berikut :

1. Pada penelitian ini akan dilakukan biosorpsi dengan menggunakan daun teh yang memiliki kandungan tannin lebih tinggi dari daun jambu biji.
2. Waktu kontak, pH dan jumlah bioadsorben dari daun jambu biji dan daun teh merupakan variabel yang divariasikan pada penelitian ini. Maka akan diketahui berapakah waktu kontak dan pH optimum dalam menyerap logam Cr (VI) dalam limbah.

1.3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan :

1. Untuk mendapatkan bahan baku bioadsorben dari daun jambu biji dan daun teh yang dapat digunakan untuk mengadsorpsi ion Cr (VI).
2. Mengurangi ion Cr (VI) dari larutan limbah melalui biosorpsi dengan menggunakan daun jambu biji (*Psidium Guajava*) dan daun teh.
3. Untuk menentukan pengaruh pH dan waktu kontak optimal yang diperlukan pada biosorpsi ion logam Cr (VI) oleh daun jambu biji dan daun teh.

2. LANDASAN TEORI

2.1. TEH

Teh (*Camellia sinensis*) merupakan tanaman yang memiliki kandungan tanin alami berupa katekin. Teh hitam mengandung katekin rata-rata 7,99%, sedangkan teh hijau mengandung katekin rata-rata 17,68% dan teh oolong mengandung katekin rata-rata 15,13% (Gunawijaya, 1991; Bambang, 1995 dalam Kusuma, 2009). Tanin dalam teh akan berkurang setelah dilakukan proses pengolahan, sehingga kadar tanin dalam ampas teh hanya sekitar 1,35% (Istirahayu, 1993).

Teh mengandung banyak bahan-bahan aktif yang bisa berfungsi sebagai antioksidan maupun antimikroba (Gramza et al., 2005). Teh hijau merupakan teh yang tidak mengalami proses fermentasi dan banyak dikonsumsi orang karena nilai medisnya. Teh hijau kerap digunakan untuk membantu proses pencernaan dan juga karena kemampuannya dalam membunuh bakteri. Kandungan polifenol yang tinggi dalam teh hijau dimanfaatkan untuk membunuh bakteri-bakteri perusak dan juga bakteri yang menyebabkan penyakit di rongga mulut (penyakit *periodontal*) (Kushiyama et al., 2009).

Pada zaman dahulu, genus *Camellia* dibedakan menjadi beberapa spesies teh yaitu *sinensis*, *assamica*, dan *irrawadiensis*. Namun, pada tahun 1958, semua jenis teh secara universal dikenal

sebagai suatu spesies tunggal yaitu *Camellia sinensis* dengan nama varietas yang berbeda. Taksonomi teh adalah sebagai berikut (Tuminah, 2004 dan Mahmood et al., 2010)

Tabel 2.1. Kandungan kimia pada daun teh

Komponen	Daun Teh (%)
Selulosa dan serat kasar	34
Protein	17
Klorofil dan pigmen	1,5
Pati	8,5
Tanin teh	25
Tanin teroksidasi	0
Kafein	4
Asam Amino	8
Mineral	4
Abu	5,5

Sumber : <http://slideplayer.info/slide/3101467/>

2.1.1. Klasifikasi Tanaman Teh

Superdivisi	: Spermatophyta (tumbuhan biji)
Divisi	: Magnoliophyta (tumbuhan berbunga)
Kelas	: Dicotyledoneae (tumbuhan biji belah)
Sub Kelas	: Dilleniidae
Ordo (bangsa)	: Theales
Familia (suku)	: Theaceae
Genus (marga)	: Camellia
Species	: Camellia sinensis

Camellia sinensis, suatu tanaman yang berasal dari famili *theaceae*, merupakan pohon berdaun hijau yang memiliki tinggi 10 - 15 meter di alam bebas dan tinggi 0,6 - 1,5 meter jika dibudayakan sendiri. Daun dari tanaman ini berwarna hijau muda dengan panjang 5 - 30 cm dan lebar sekitar 4 cm. Tanaman ini memiliki bunga yang berwarna putih dengan diameter 2,5 - 4 cm dan biasanya berdiri sendiri atau saling berpasangan dua-dua (Ross, 2005). Buahnya berbentuk pipih, bulat, dan terdapat satu biji dalam masing-masing buah dengan ukuran sebesar kacang (Biswas, 2006).

Teh telah dilaporkan memiliki lebih dari 4000 campuran bioaktif dimana sepertiganya merupakan senyawa-senyawa polifenol. Polifenol merupakan cincin benzene yang terikat pada gugus-gugus hidroksil. Polifenol dapat berupa senyawa flavonoid ataupun non-flavonoid. Namun, polifenol yang ditemukan dalam teh hampir semuanya merupakan senyawa flavonoid (Sumpio, 2006). Senyawa flavonoid tersebut merupakan hasil metabolisme sekunder dari tanaman yang berasal dari reaksi kondensasi *cinnamic acid* bersama tiga gugus malonyl-CoA. Banyak jenis-jenis flavonoid yang ada di dalam teh, tetapi yang memiliki nilai gizi biasanya dibagi menjadi enam kelompok besar (Mahmood et al., 2010).

Komposisi senyawa-senyawa dalam teh hijau sangatlah kompleks yaitu protein (15-20%) asam amino tanine, asam aspartat, tirosin, triptofan, glisin, serin, valin, leusin, arginin (1-4%); karohidrat seperti selulosa, pectin, glukosa, fruktosa, sukrosa (5-7%); lemak dalam bentuk asam linoleat dan asam linolenat; sterol dalam bentuk stigmasterol; vitamin B,C,dan E; kafein dan teofilin; pigmen seperti karotenoid dan klorofil; senyawa volatile seperti aldehida, alkohol, lakton, ester, dan hidrokarbon; mineral dan elemen-elemen lain seperti Ca, Mg, Mn, Fe, Cu, Zn, Mo, Se, Na, P, Co, Sr, Ni, K, F, dan Al (5%) (Cabrera et al).

2.2. JAMBU BIJI (*Psidium Guajava, L*)

Jambu biji adalah salah satu tanaman buah jenis perdu, dalam bahasa Inggris disebut *Lambo guava*, sedangkan dalam bahasa latinnya adalah *Psidium guajava, Linn*. Tanaman jambu biji berasal dari Brazilia Amerika Selatan, kemudian menyebar ke Thailand dan menuju ke negara Asia lainnya termasuk Indonesia. Penyebaran tanaman jambu biji di Indonesia terpusat di pulau Jawa, antara lain DKI Jakarta, Jawa Barat, Jawa Tengah, Yogyakarta, dan Jawa Timur. Pusat penanaman tanaman jambu biji yang lain adalah di pulau Sumatra dan Kalimantan (Kemal, 2000).

2.2.1. Daun jambu biji

Berasal dari tanaman *Psidium guajava L.* (fam. *Myrtaceae*). Kandungan senyawa kimia pada daun tersebut meliputi alkohol, aldehida, hidrokarbon alifatik, alkohol aromatik, kadalena, kalsium, karbohidrat, beta kariofilena, kasuarinin, klorofil A, klorofil B, sineol, tanin terkondensasi, asam krategolat, asam 2-alfa-3-beta-dihidroksi-olean-12en28-oat, asam 2-alfa-3 beta-dihidroksiurs- 12en28-oat, minyak atsiri, galiotanin, 4-gentiobiosida asam elagat, guajaverin, asam guajavolat, guavin A, guavin B, guavin C, guavin D, tanin yang dapat terhidrolisis, asam 2-alfa-hidroksi ursolat, unsur anorganik, isostriktinin, leukosianidin, limonena, D-limonena, DLlimonena, lutein, asam mastinat, monoterpenoid, neo-beta-karotena U, nerolidol, asam oleanolat, asam oksalat, pedunkulagin, pigmen, kalium, asam psidiolat, kuersetin, sesquiguavaena, sesquiterpenoid, beta-sitosterol, stakiurin, striknin, telimagrandin I, triterpenoid, asam ursolat (Soegijanto, 2010: 9).

Tabel 2.2. Kandungan kimia daun jambu biji

Komponen	Keterangan (%)
Total minyak	12,39
Minyak atsiri	13,65
Resin	13,15
Tannin	17,4
Fenolat total	39,48
Kueretin	3,93

Sumber : Widyawati Geningsih. 2009.

Bagian tanaman yang sering digunakan sebagai obat adalah daunnya, karena daunnya diketahui mengandung senyawa tanin 9-12%, minyak atsiri, minyak lemak dan asam malat (Depkes, 1989). Daun jambu biji mempunyai khasiat sebagai antidiare, astringen, sariawan dan menghentikan pendarahan. Sebagai obat anti diare telah dipasarkan dalam bentuk jamu modern atau pil, bahkan industri farmasi seperti “Kimia Farma” telah memformulasikan menjadi obat fitofarmaka yang sudah banyak beredar dipasaran dengan nama “Fitodiar”.

2.2.2. Klasifikasi Tanaman Jambu Biji

Kingdom : Plantae
Divisi : Spermatophyta
Sub divisi : Angiospermae
Kelas : Dicotyledonae
Ordo : Myrtales
Familia : Myrtaceae
Genus : *Psidium*

2.3. SENYAWA TANNIN

Senyawa tannin adalah senyawa astringent yang memiliki rasa pahit dari gugus polifenolnya yang dapat mengikat dan mengendapkan atau menyusutkan protein. Zat astringent dari tannin menyebabkan rasa kering dan *puckery* (kerutan) di dalam mulut setelah mengkonsumsi teh pekat, anggur merah atau buah yang mentah. Dekstruksi atau modifikasi tannin selama ini

berperan penting dalam pengawet kayu, adsorben logam berat, obat-obatan, antimikroba dll. Tannin merupakan senyawa phenol yang larut dalam air dan memiliki berat molekul antara 500 dan 3000 Da.

Zat tannin ini merupakan zat yang menyebabkan daun jambu biji memiliki kemampuan penyerapan. Diketahui bahwa adanya ikatan karbonil pada zat tannin menjadikannya molekul yang mudah terprotonasi atau bermuatan positif sehingga dapat menarik atau menyerap anion yang bermuatan negatif. (*Sutrasno Kartohardjono dkk, 2008*). Dalam mengobati disentri, daun jambu biji menyerap bakteri patogen penyebab disentri pada usus dengan mekanisme adsorpsi seperti layaknya obat disentri lainnya yang terbuat dari karbon aktif. Dimana karbon aktif juga digunakan sebagai obat disentri dan adsorpsi limbah krom sehingga diharapkan bahwa daun jambu biji memiliki kemampuan untuk menyerap limbah krom. Bahan-bahan alam organik yang mempunyai gugus hidroksil (OH⁻) dapat dipakai untuk mengadsorpsi ion-ion logam berat (*Yantri didalam Sutrasno Kartohardjono dkk, 1998*).

Tannin diklasifikasikan dalam dua kelas, yaitu:

1. Tannin Hidrolisis, yaitu tannin yang terhidrolisis dalam air. Tannin hidrolisis merupakan hidroksil dari karbohidrat atau *phenolic esterified* seperti asam gallat (dalam gallotannins) atau asam ellagat (dalam ellagitannins).
2. Tannin Kondensasi, yaitu tannin yang dapat terkondensasi dan tidak dapat dihidrolisis kecuali dalam suasana asam. Tannin terkondensasi adalah produk polimerisasi flavan-3-ols yang biasa disebut katekin dan flavan-3,4-diol atau campuran dari dua polimer, yang disebut sebagai "flavans" (Salunkhe, Chavan, & Kadan, 1989; Sanderson *et al.*, 2001 dalam Ismarani, 2012).

2.3.1 Sifat-sifat Tannin Tumbuhan

a. Sifat Kimia Tannin

- 1) Tannin memiliki sifat umum, yaitu memiliki gugus phenol dan bersifat koloid, sehingga jika terlarut dalam air bersifat koloid dan asam lemah.
- 2) Tannin akan terurai menjadi pyrogallol, pyrocatechol dan phloroglucinol bila dipanaskan sampai suhu 210°F-215°F (98,89°C-101,67°C)
- 4) Tannin dapat dihidrolisa oleh asam, basa, dan enzim.
- 3) Larutan alkali mampu mengoksidasi oksigen.
- 4) Tidak dapat mengkristal.

b. Sifat Fisik Tannin

- 1) Umumnya tannin mempunyai berat molekul tinggi dan cenderung mudah dioksidasi menjadi suatu polimer, sebagian besar tannin bentuknya amorf dan tidak mempunyai titik leleh.
- 2) Tannin berwarna putih kekuning-kuningan sampai coklat terang, tergantung dari sumber tannin tersebut.
- 3) Tannin berbentuk serbuk atau berlapis-lapis seperti kulit kerang, berbau khas dan mempunyai rasa sepat (astringent).
- 4) Warna tannin akan menjadi gelap apabila terkena cahaya langsung atau dibiarkan di udara terbuka.
- 5) Tannin mempunyai sifat atau daya bakterostatik, fungistatik dan merupakan racun.

2.3.2 Pemanfaatan Tannin

1. Sebagai pelindung pada tumbuhan saat masa pertumbuhan bagian tertentu pada tanaman, misalnya buah yang belum matang, pada saat matang taninnya hilang.
2. Sebagai anti hama pada tanaman sehingga mencegah serangga dan fungi.
3. Digunakan dalam proses metabolisme pada bagian tertentu tanaman.
4. Efek terapinya yang lain sebagai anti septic pada jaringan luka.
5. Sebagai pengawet dan penyamak kulit.

6. Beberapa penelitian terakhir tannin yang telah dimodifikasi dapat menjadi adsorben logam berat, misalnya biosorpsi Pb (II) dan Cr (VI) dengan modifikasi resin quebracho tannin (QTR) (Yurtsever dan Sengil, 2008).
7. Reagensia dilaboratorium untuk deteksi gelatin, protein dan alkaloid. Adapun spesifikasi dari tannin dapat dilihat pada tabel 2.3

Tabel 2.3. Spesifikasi Tannin

Jenis Resin	Kation Asam
jangkauan Ukuran	0,5- 1,2 mm
Massa Jenis	0,65- g/cm ³
Kandungan Air	70-85 %
Temperatur Operasi maksimum	80° C
Jangkauan pH operasi	2 sampai 11

2.4. ADSORPSI

Adsorpsi merupakan suatu proses kimia ataupun fisika yang terjadi ketika suatu fluida, cairan maupun gas , terikat pada suatu padatan atau cairan (disebut: zat penyerap, adsorben) dan akhirnya membentuk suatu lapisan film (disebut: zat terserap, adsorbat) pada permukaannya. Berbeda dengan absorpsi yang merupakan penyerapan fluida oleh fluida lainnya dengan membentuk suatu larutan.

Dengan demikian dapat disimpulkan:

- Adsorpsi adalah peristiwa penyerapan suatu zat pada permukaan zat lain
- Adsorbat adalah senyawa terlarut yang dapat terserap
- Adsorben adalah padatan dimana di permukaannya terjadi pengumpulan senyawa yang diserap

Dalam pengertian lain menyatakan adsorpsi merupakan suatu peristiwa penyerapan pada lapisan permukaan atau antar fasa, dimana molekul dari suatu materi terkumpul pada bahan pengadsorpsi atau adsorben. Selain zat padat, adsorben dapat pula zat cair. Karena itu adsorpsi dapat terjadi antara :

- Zat padat dan zat cair,
- Zat padat dan gas,
- Zat cair dan zat cair
- Gas dan zat cair.

Menurut Sukardjo bahwa molekul-molekul pada permukaan zat padat atau zat cair, mempunyai gaya tarik ke arah dalam, karena tidak ada gaya-gaya yang mengimbangi. Adanya gaya-gaya ini menyebabkan zat padat dan zat cair, mempunyai gaya adsorpsi. Adsorpsi berbeda dengan absorpsi. Pada absorpsi zat yang diserap masuk ke dalam absorben sedang pada adsorpsi, zat yang diserap hanya pada permukaan (Sukardjo, 2002:190).

Jumlah zat yang diadsorpsi pada permukaan adsorben merupakan proses berkesetimbangan, sebab laju adsorpsi disertai dengan terjadinya desorpsi. Pada awal reaksi, peristiwa adsorpsi lebih dominan dibandingkan dengan peristiwa desorpsi, sehingga adsorpsi berlangsung cepat. Pada waktu tertentu peristiwa adsorpsi cenderung berlangsung lambat, dan sebaliknya laju desorpsi cenderung meningkat. Ketika laju adsorpsi adalah sama dengan laju desorpsi sering disebut sebagai keadaan berkesetimbangan. Waktu tercapainya keadaan setimbang pada proses adsorpsi berbeda-beda. Hal ini dipengaruhi oleh jenis interaksi yang terjadi antara adsorben dengan adsorbat. Secara umum waktu tercapainya kesetimbangan adsorpsi melalui mekanisme fisika (fisorpsi) lebih cepat dibandingkan dengan melalui mekanisme kimia atau kemisorpsi

Proses adsorpsi dapat dilakukan dengan 2 cara yaitu :

1. Proses adsorpsi dilakukan dalam suatu bak dengan sistem pengadukan, dimana penyerap yang biasanya berbentuk serbuk dibubuhkan, dicampur dan diaduk dengan air dalam suatu bangunan sehingga terjadi penolakan antara partikel penyerap dengan fluida.
2. Proses adsorpsi yang dijalankan dalam suatu bejana dengan sistem filtrasi, dimana bejana yang berisi media penyerap di alirkan air dengan model pengaliran gravitasi. Jenis media penyerap sering digunakan dalam bentuk bongkahan atau butiran/granular dan proses adsorpsi biasanya terjadi selama air berada di dalam media penyerap (Reynold, 1982).

Untuk proses adsorpsi yang terjadi dalam larutan, jumlah zat yang teradsorpsi bergantung pada :

- jenis adsorben,
- jenis adsorbat atau zat yang teradsorpsi,
- luas permukaan adsorben,
- konsentrasi zat terlarut
- temperatur.

Adsorpsi dibedakan menjadi dua jenis, yaitu:

1. Adsorpsi fisika adalah proses interaksi antara adsorben dengan adsorbat yang disebabkan oleh gaya *Van Der Waals*. Adsorpsi fisika terjadi jika daya tarik menarik antara zat terlarut dengan adsorben lebih besar dari daya tarik menarik antara zat terlarut dengan pelarutnya. Kerena gaya tarik menarik yang lemah tersebut maka zat yang terlarut akan diadsorpsi pada permukaan adsorben.
2. Adsorpsi kimia adalah reaksi yang terjadi antara zat padat dengan zat terlarut yang teradsorpsi.

Secara umum, faktor-faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah sebagai berikut (<http://www.newworldencyclopedia.org/entry/Adsorptio.htm>, 2009) :

- 1) Luas permukaan
Semakin luas permukaan adsorben, maka makin banyak zat yang teradsorpsi. Luas permukaan adsorben ditentukan oleh ukuran partikel dan jumlah dari adsorben.
- 2) Jenis adsorbat
 - a. Peningkatan polarisabilitas adsorbat akan meningkatkan kemampuan adsorpsi molekul yang mempunyai polarisabilitas yang tinggi (polar) memiliki kemampuan tarik menarik terhadap molekul lain dibandingkan molekul yang tidak dapat membentuk dipol (non polar).
 - b. Peningkatan berat molekul adsorbat dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi.
 - c. Adsorbat dengan rantai yang bercabang biasanya lebih mudah diadsorpsi dibandingkan rantai lurus.
- 3) Struktur molekul adsorbat
Hidroksil dan amino mengurangi kemampuan penyisihan sedangkan nitrogen meningkatkan kemampuan penyisihan.
- 4) Konsentrasi adsorbat
Semakin besar konsentrasi adsorbat dalam larutan maka semakin banyak jumlah substansi yang terkumpul pada permukaan adsorben.
- 5) Temperatur
 - a. Pemanasan atau pengaktifan adsorben akan meningkatkan daya serap adsorben terhadap adsorbat menyebabkan pori-pori adsorben lebih terbuka.
 - b. Pemanasan yang terlalu tinggi menyebabkan rusaknya adsorben sehingga kemampuan penyerapannya menurun.
- 6) pH
PH larutan mempengaruhi kelarutan ion logam, aktivitas gugus fungsi pada biosorben dan kompetisi ion logam dalam proses adsorpsi.
- 7) Kecepatan pengadukan

Menentukan kecepatan waktu kontak adsorben dan adsorbat. Bila pengadukan terlalu lambat maka proses adsorpsi berlangsung lambat pula, tetapi bila pengadukan terlalu cepat kemungkinan struktur adsorben cepat rusak, sehingga proses adsorpsi kurang optimal.

8) Waktu kontak

Penentuan waktu kontak yang menghasilkan kapasitas adsorpsi maksimum terjadi pada waktu kesetimbangan.

Waktu kesetimbangan dipengaruhi oleh :

- a. Tipe biomasa (jumlah dan jenis ruang pengikatan)
- b. Ukuran dan fisiologi biomasa (aktif atau tidak aktif)
- c. Ion yang terlibat dalam sistem biosorpsi
- d. Konsentrasi ion logam

Apabila proses penyerapan adsorpsi memasuki lapisan dalam, proses ini dinamakan absorpsi. Kedua proses ini sulit dibedakan, sehingga umumnya digunakan istilah biosorpsi. Biosorpsi dapat didefinisikan secara sederhana sebagai penyerapan logam atau metaloid dan partikulat dari larutan oleh material biologi. Proses biosorpsi melibatkan interaksi antara ion logam dengan biomaterial makromolekul pada permukaan sel. Proses penyerapan juga terjadi dengan mekanisme pertukaran ion, dimana ion H^+ pada permukaan biomaterial ditempati oleh ion logam.

Mekanisme biosorpsi antara lain (*Mawardi. 2010*):

1) Interaksi ionik

Interaksi yang terjadi antara kation logam dan gugus anion dari makromolekul pada permukaan dinding sel, interaksi ini mirip dengan interaksi dalam resin penukar kation.

2) Interaksi polar

Polisakarida penyusun dinding sel mikroorganisme dapat membentuk kompleks dengan ion logam transisi melalui interaksi dipol-dipol antara kation logam dengan gugus polar seperti $-OH$, $-NH_2$ dan $C=O$ pembentuk kompleks tergantung pada interaksi beberapa gugus dalam makromolekul yang berfungsi sebagai ligan untuk membentuk kelat.

3) Interaksi berganda dan kompleks

Logam-logam berat terikat pada sebagian besar protein. Protein mengandung bermacam-macam gugus ionik dan gugus polar lainnya, maka interaksi dengan kation logam menjadi sangat kuat dan tidak spesifik. Suatu ikatan logam yang spesifik oleh protein terjadi karena gugus tiol ($-SH$) dalam residu sistem. Kerumunan gugus tiol yang terdapat dalam metalotionin, membentuk kompleks yang sangat kuat dan spesifik dengan beberapa logam diantaranya tembaga, cadmium dan seng.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi kemampuan adsorpsi suatu adsorben (*Wulandari Arya, 2010*)

1) Luas permukaan adsorben

Semakin luas permukaan adsorben, semakin banyak adsorbat yang diserap, sehingga proses adsorpsi dapat semakin efektif. Semakin kecil ukuran diameter partikel maka semakin luas permukaan adsorben.

2) Ukuran partikel

Makin kecil ukuran partikel yang digunakan maka semakin besar kecepatan adsorpsinya. Ukuran diameter dalam bentuk butir adalah lebih dari 0,1 mm, sedangkan ukuran diameter dalam bentuk serbuk adalah 200 mesh.

3) Waktu kontak

Semakin lama waktu kontak dapat memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorbat berlangsung lebih baik. Konsentrasi zat-zat organik akan turun apabila kontakannya cukup dan waktu kontak biasanya sekitar 10-15 menit.

4) Distribusi ukuran pori

Distribusi pori akan mempengaruhi distribusi ukuran molekul adsorbat yang masuk kedalam partikel adsorben. kebanyakan zat pengadsorpsi atau adsorben merupakan bahan yang sangat berpori dan adsorpsi berlangsung terutama pada dinding-dinding pori atau letak-letak tertentu didalam partikel tersebut .

Syarat-syarat adsorben yang baik, antara lain (*Endar Puspa, 2000*)

1. Mempunyai daya serap yang besar
2. Berupa zat padat yang mempunyai luas permukaan yang besar
3. Tidak boleh larut dalam zat yang akan diadsorpsi
4. Tidak boleh mengadakan reaksi kimia dengan campuran yang akan dimurnikan
5. Dapat diregenerasi kembali dengan mudah
6. Tidak beracun

Adsorpsi memegang peranan penting dalam berbagai industri. Manfaat dan kegunaan adsorpsi telah di kenal manusia sejak zaman dahulu kala dan telah di manfaatkan untuk meningkatkan kesejahteraan hidupnya. Berikut ini adalah beberapa contoh [manfaat dan kegunaan adsorpsi](#) dalam industri dan kehidupan manusia:

Manfaat dan kegunaan adsorpsi:

- Untuk menjernihkan air yang keruh
- Pemutihan Gula pasir pada industri gula
- Pemurnian minyak kelapa sawit
- Pewarnaan serat wol, kapas atau sutera
- Penggunaan Norit untuk mengobati sakit perut
- Pembersihan dengan sabun
- Penyerapan Humus oleh Tanah liat

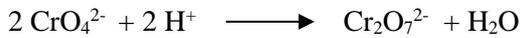
2.5. PARAMETER AIR BUANGAN INDUSTRI TEKSTIL

Potensi pencemaran air buangan industri kain tekstil sangat bervariasi tergantung dari macam proses yang dilakukan, kapasitas produk, jenis bahan baku, bahan pewarna dan bahan penolong yang digunakanserta kondisilingkungan tempat pembuangannya. Parameter yang digunakan untuk menunjukkan karakter air buangan industri tekstil yang meliputi parameter fisika seperti zat padat, suhu, warna dan bau; parameter kimia seperti lemak, minyak pelemas zat aktif permukaan, zat warna, fenol, sulfur, pH, krom, tembaga, senyawa racun, dan sebagainya.

Zat Warna Tekstil Limbah tekstil mengandung bahan-bahan yang berbahaya bila di buang ke lingkungan, terutama daerah perairan. Sebagian besar bahan yang terdapat dalam limbah tekstil adalah zat warna, terutama zat warna sintetik. Zat warna sintetik merupakan molekul dengan sistem elektron terdelokalisasi dan mengandung dua gugus yaitu kromofor dan auksokrom. Kromofor berfungsi sebagai penerima elektron, sedangkan auksokrom sebagai pemberi elektron yang mengatur kelarutan dan warna. Gugus kromofor yang penting yaitu gugus azo ($-N=N-$), gugus karbonil ($-C=O$), gugus etilen ($-C=C-$), dan gugus nitro ($-NO_2$). Sedangkan beberapa gugus auksokrom yang penting adalah $-NH_2$, $-COOH$, $-SO_3H$ dan $-OH$ (Ramachandran et al., 2009). Saat ini, terdapat bermacam-macam jenis zat warna sintetik yang penggunaannya disesuaikan dengan jenis serat yang akan dicelup, ketahanan warna yang dikehendaki, faktor-faktor teknis dan ekonomis lainnya.

Kromium adalah elemen yang secara alamiah ditemukan dalam konsentrasi yang rendah dibatuan, hewan, tanaman, tanah, debu vulkanik dan juga gas. Kromium terdapat dialam dalam berbagai bentuk senyawa yang berbeda. Bentuk yang paling umum adalah kromium (O), kromium (III) dan kromium (VI). Kromium (VI) dan kromium (O) umumnya dihasilkan dari proses industri. kromium tidak larut dalam air dan asam nitrat, larut dalam asam sulfat encer dan asam klorid. Kromium tidak dapat bercampur dengan basa, oksidator, halogen, peroksida, dan logam-logam. kromium bisa menyala atau mudah menyala, dapat terbakar secara spontan apabila terpapar udara atau bila debu kromium bercampur dengan udara dapat terbakar atau meledak.

Kromium (VI) dan kromium III digunakan untuk penyepuh logam, pencelupan dan pewarnaan (*dyes and pigment*), penyamakan kulit dan pengawetan kayu. Kromium (Cr VI) salah satu krom yang memiliki tingkat toksisitas sangat tinggi pada kondisi asam berada dalam bentuk *dichromate* sedangkan dalam kondisi netral akan berada dalam bentuk *chromate*. Didalam air, kedua bentuk oksida krom ini akan membentuk kesetimbangan ion seperti ditunjukkan oleh persamaan berikut :



Dalam bidang industri, krom diperlukan dalam dua bentuk yaitu krom murni dan aliansi besi krom yang disebut ferokromium.

Untuk sifat fisik logam krom dapat terlihat padatabel 2.1 dibawah ini :

Tabel 2.4. Sifat Fisik Logam Krom

Sifat Fisik	Nilai
Lambang Atom	Cr
Nomor Atom	24
Massa Atom Relatif	51,996
Wujud	Padat
Konfigurasi elektron terluar	Ar 3d5 4s1
jari-jari atom (nm)	0,117
jari-jari ion (nm)	1,169
Massa jenis (g/cm ³)	7,19
Energi ionisasi pertama	659
keelektronegatifan	1,66
bilangan oksidasi	2,3,6
Titik leleh (K)	2,163
Titik lebur (K)	2.130
Titik didih (K)	2.945

Sumber : unsur-unsur kimia, Harris. D, 2007

Bahaya akut krom (Maria Sisilia.2008) :

- Bila terhirup / inhalasi : bila debu atau uap kromium terhirup pada konsentrasi tinggi dapat menyebabkan iritasi.
- Bila kontak dengan kulit atau mata : kontaklangsung dengan kulit atau mata dapat mengakibatkan iritasi pada kulit/mata.
- Bila tertelan : logam kromium sangat sulit diabsorpsi melalui saluran pencernaan. Absorpsi dalam jumlah yang cukup dari beberapa senyawa kromium dapat menyebabkan pusing, haus berat, sakit perut, muntah, syok, oliguria atau anuria dan uremia yang mungkin bisa fatal.

Tingkat toksisitas Cr (VI) sangat tinggi sehingga bersifat racun terhadap semua organisme untuk konsentrasi diatas 50 ppm. Cr (VI) bersifat karsinogenik dan dapat menyebabkan iritasi pada kulit manusia. Toksisitas Cr (III) jauh lebih rendah bila dibandingkan dengan Cr (VI), yaitu sekitar perseratus kalinya. Terdapat beberapa ketentuan mengenai kandungan krom maksimum yang boleh terkandung pada suatu larutan. Sedangkan di Indonesia berdasarkan surat keputusan perda No. 10 tahun 2004 mengenai baku mutu air limbah bagi kegiatan industri tanggal 30 juni dimana kandungan Cr (VI) dalam limbah cair untuk beberapa industri diperlihatkan pada Tabel 2.5. berikut :

Tabel 2.5. Baku Mutu Limbah Cair Cr (VI)

Jenis Industri	Kadar Maksimum	Beban Pencemaran
	Cr (VI) (mg/L)	Maksimum
Industri tekstil	1,000	0,050 kg/ton
Industri pelapisan logam	0,100	2,000 gr/ton

3. METODE PENELITIAN

3.1. ALAT DAN BAHAN

3.1.1. Alat yang digunakan

1. Untuk percobaan

- | | |
|--------------------------------|--------|
| a. Gelas kimia | 9 buah |
| b. Neraca analitik | 1 buah |
| c. <i>Magnetic stirrer</i> | 2 buah |
| d. <i>Hot plate</i> | 2 buah |
| e. Labu ukur 200 ml dan 100 ml | 1 buah |
| f. pH meter | 1 buah |
| g. pompa vaccum | 1 buah |
| h. Spatula | 1 buah |
| i. Cawan porselin | 1 buah |
| j. <i>Burr-mill</i> | 1 buah |

2. Untuk Analisa

- | | |
|--|------|
| a. Spektrofotometer serapan atom lampu hollow katoda Cr 6200”SHIMADZU) | (AA- |
| b. Gelas kimia 50 ml dan 100 ml. | |

3.1.2. Bahan yang digunakan

1. Untuk Percobaan

- | | |
|---|----------|
| a. Biosorben dari daun jambu biji, daun teh dan daun papaya | 250 gram |
| b. NaOH | 50 ml |
| c. HCL | 50 ml |
| d. HNO ₃ | 50 ml |
| e. Kertas saring | |

2. Untuk Analisa

- | |
|--|
| a. Larutan standar Cr |
| b. Gas Asetilen, C ₂ H ₂ |
| c. Aquadest |

3.2. PERLAKUAN DAN RANCANGAN PERCOBAAN

3.2.1. Perlakuan

Pengambilan bahan baku daun teh tua diambil dari Perkebunan teh di daerah Pagar Alam, Palembang, Sumatera Selatan. Daun jambu biji tua diambil dari daerah Talang Putri Palembang, sedangkan bahan baku limbah tekstil songket di sekitar daerah Suro Tanggabuntung Palembang.

3.2.2. Preparasi bioadsorben

Penelitian ini dimulai dengan preparasi sampel, dengan mencuci daun teh dan daun jambu biji dengan air bersih menggunakan sebuah wadah. Kemudian mengidentifikasi karakteristik daun tersebut yaitu kadar airnya. Lalu mengeringkan biomaterial dengan oven. Setelah itu mengidentifikasi karakteristik adsorben meliputi bentuk, warna, aroma dan juga ukuran.

Kemudian daun yang sudah kering tersebut dihaluskan dengan cara digiling. Setelah itu diperoleh serbuk yang kemudian dimasukkan kedalam kotak yang kedap udara dan tutup rapat.

3.2.3. Pengaruh pH dan waktu optimal yang diperlukan pada adsorbs ion logam Cr oleh daun jambu biji, daun teh dan daun pepaya

Pada tahap ini dimulai dengan melakukan pengukuran konsentrasi awal ion Cr dari limbah dengan AA-6200 terlebih dahulu. Kemudian menimbang biosorben dengan dosis 50.000 mg/l limbah. Lalu menambahkan biosorben tersebut kedalam 100 ml limbah dan melakukan percobaan pada pH 3,7, dan 9 pada temperature ruang (25°C) menggunakan pengaduk 70 rpm dengan interval waktu yang berbeda (30, 45 dan 60 menit), untuk menentukan variasi pH maka ditambahkan larutan HCL 36 % atau NAOH 60 % , dengan menambahkan setetes demi setetes sampai mencapai pH yang diinginkan kemudian menyaringnya. Mengukur filtrate dengan spektrofotometer serapan atom untuk mengetahui konsentrasi ion Cr yang tersisa dalam larutan.

3.2.4. Analisa Penentuan Kadar Air

1. Timbang \pm 5 gram sampel + cawan porselin (A)
2. Panaskan sampel kedalam oven pada suhu 130 ° C selama 30 menit
3. Dinginkan sampel dalam desikator selama 10 menit
4. Timbang sampel (B), pengurangan berat sampel dinyatakan sebagai air yang menguap dari sampel
5. Hitung kadar air dengan rumus

$$\% \text{ kadar air} = \frac{A-B}{\text{sampel}} \times 100 \%$$

6. Ulangi cara yang sama untuk sampel yang lain.

3.2.5. Preparasi Cuplikan

1. Menimbang limbah Cr 2 gram dan memasukkannya kedalam cawan porselin
2. Membakar sampel tersebut ditungku kaki tiga sampai kering
3. Memasukkan cawan porselin tersebut kedalam furnace selama 2 jam pada suhu 600-7000 °C
4. Membuat larutan HNO₃ dan HCL dengan perbandingan 3:1 sebanyak 50 ml
5. Menambahkan larutan tersebut kedalam cawan porselin yang telah dikeluarkan dari furnace sampai semua sampel yang ada terlarut dan memasukkan ke dalam gelas kimia
6. Memanaskan larutan tersebut 3-4 jam sampai setengah kering
7. Menambahkan aquadest 20 ml dan menyaring larutan tersebut
8. Memasukkan larutan kedalam labu ukur 100 ml
9. Menambahkan aquadest sampai tanda batas
10. Mengocok larutan tersebut sampai homogen.

3.2.6. Penentuan Logam krom, Cr

- a) Pembuatan larutan induk krom, Cr

Membuat larutan induk Cr 1000 mg/l dengan tahapan sebagai berikut :

1. Menuangkan larutan logam Cr 1,0 g dari kemasan kedalam labu ukur 1000 ml
2. Menambahkan aquadest sampai tanda batas

- b) Pembuatan larutan baku krom, Cr

Membuat larutan baku Cr dengan tahapan sebagai berikut :

1. Memipet 0; 2,5; 5,0; 7,5; dan 10 ml larutan induk Cr dan memasukkan masing-masing kedalam labu ukur 1000 ml
2. Menambahkan aquadest sampai tanda batas sehingga diperoleh kadar Cr 0; 2,5; 5,0; 7,5; dan 10 mg/l
3. Memasukkan larutan baku kedalam tabung reaksi sebanyak 20 ml.

3.2.7. Menentukan konsentrasi Cr dengan AA-6200 “SHIMADZU”**a. Setting gas supply**

1. Mengeset gas *acetylene* pada range 8-14 psi
2. Mengeset *compress air* (tekanan udara) pada range 45-60 psi
3. Mengeset gas N_2O pada range 45-60 psi (memanaskan N_2O dengan menghubungkan kabel regulator ke sumber listrik)
4. Nyalakan *blower (exhaust)*

b. Setting instrument

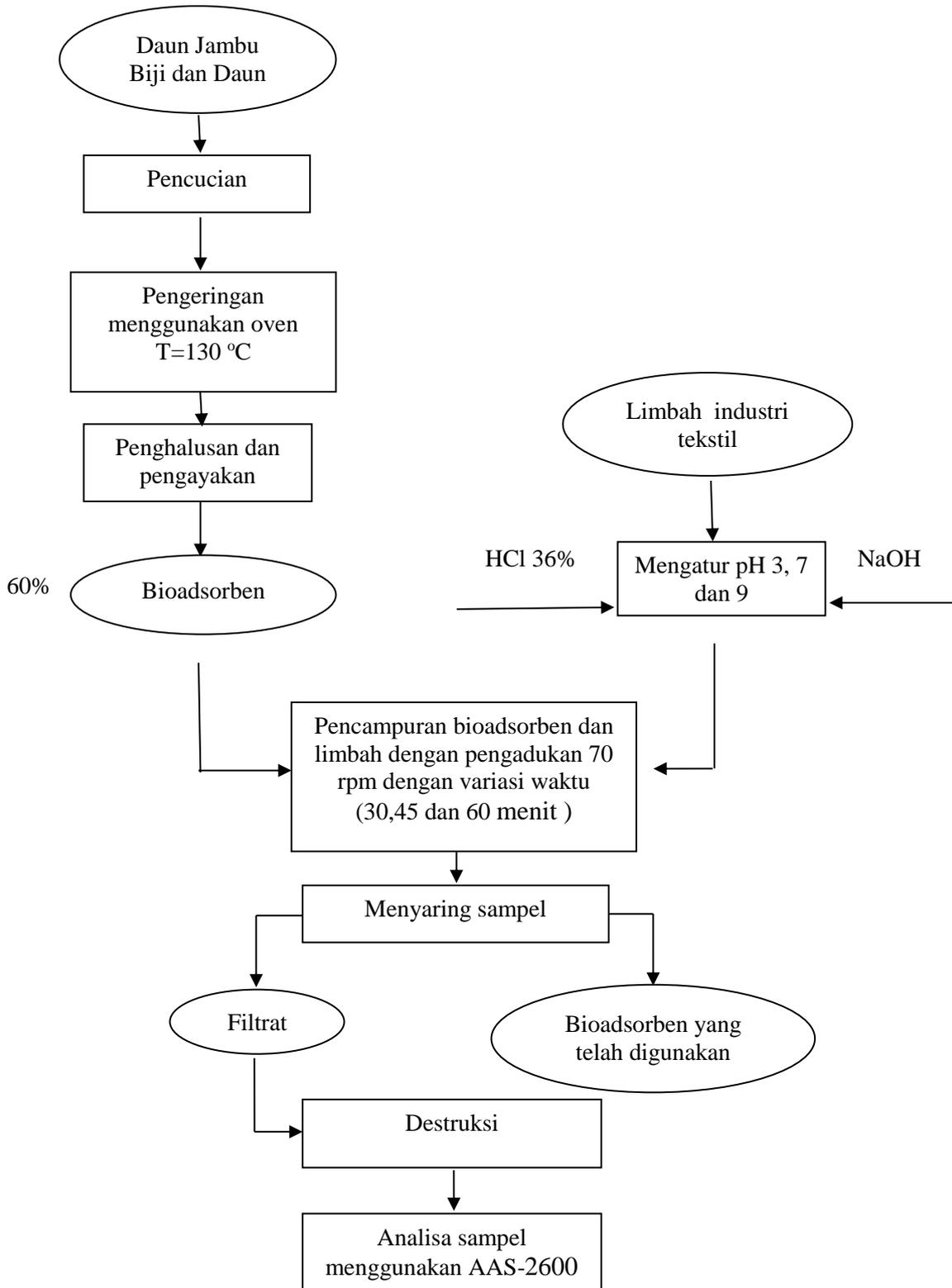
1. Menghidupkan computer
2. Memilih icon GBC versi 1.33 lalu klik dua kali, keluar window, klik modul
3. Kemudian memilih metode, lalu mengatur point-point berikut :
 - *Description* (untuk mengatur unsur hara yang diamati)
 - *Instrument* (untuk mengatur lampu yang digunakan)
 - *Measurement* (untuk mengatur wave length)
 - *Calibrasi* (memilih linier 15 trough zero atau yang lain)
 - *Quality*
 - *Flame* (mengatur gas pembuangan)
4. Mengklik modul kemudian memilih sampel
5. Mengklik modul kemudian memilih analisi (menghubungkan dengan file)
6. Mengklik modul kemudian memilih result (menampilkan hasil pengamatan)

c. Prosedur dan Pembuatan Kurva Kalibrasi

1. Mengatur alat spektrofotometer serapan atom sesuai dengan petunjuk penggunaan alat untuk pengujian kadar Cr
2. Mengisapkan larutan baku satu persatu kedalam alat spektrofotometer serapan atom melalui pipa kapiler, kemudian membaca dan mencatat masing- masing serapan yang masuk
3. Apabila perbedaan hasil pengukuran lebih dari 2 %, periksa keadaan alat atau mengulangi langkah 1 dan 2 apabila perbedaan kurang atau sama 2 % merata-ratakan hasilnya
4. Membuat kurva kalibrasi dari data 2 diatas atau tentukan persamaan garis lurus.

d. Pengukuran Sampel

1. Menekan tombol ON, menekan air acetylene diikuti *ignition* (penyalaaan)
2. Mengklik zero pada window
3. Setelah *instrument ready*, klik *START* pada window
4. Computer akan meminta blanko/ sampel sesuai perintah yang ditampilkan pada monitor. Kemudian untuk melihat hasil analisa, pilih menu “Result”



Gambar 3.1. Diagram Perlakuan Pemanfaatan Daun Jambu Biji dan Daun Teh untuk Adsorpsi Cr (VI) dari limbah industri tekstil

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. HASIL

Pada penelitian ini, daun jambu biji dan daun teh yang telah dihaluskan menjadi serbuk bioadsorben digunakan untuk menyerap kandungan Cr (VI) dalam limbah cair industri songket di kawasan Suro, Tanggabuntung, kota Palembang. Adapun parameter yang akan dianalisa meliputi derajat keasaman (pH) dan analisa kandungan Cr (VI) menggunakan alat spektrofotometer AAS. Penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan daun jambu biji dan daun teh sebagai adsorben untuk mengadsorpsi krom (Cr) yang terkandung dalam limbah cair industri songket, di mana daun jambu biji dan daun teh tersebut mengalami tahapan awal sehingga menjadi serbuk sebanyak 5 gr dan kemudian dicampurkan kedalam limbah cair 100 ml, limbah dibuat dalam susana asam, netral dan basa. Adapun data pada saat preparasi bioadsorben dengan menentukan kadar air daun jambu biji dan daun teh terlihat pada tabel 4.1 dan karakteristik adsorben daun jambu biji dan daun teh dapat dilihat pada tabel 4.2, untuk proses biosorpsi yang dilakukan pada interfal waktu dan pH yang berbeda maka data hasil analisa limbah tekstil dapat dilihat pada tabel 4.3 di bawah ini :

Tabel 4.1. % Kadar air daun jambu biji dan daun teh

Sampel	Cawan	Cawan berisi (gr)	Cawan berisi	% Kadar air (gr)
	kosong (gr)		setelah di oven (gr)	
Daun jambu biji	107,50	112,50	108,28	84,40
Daun teh	107,08	112,08	107,50	91,60

Tabel 4.2. Data pengamatan untuk karakteristik adsorben dari daun jambu biji dan daun teh

Sampel	karakteristik	Keterangan
Daun jambu biji	Bentuk	Serbuk
	Aroma	wangi jambu dan seperti jamu
	warna	Hijau
	Ukuran	50 mesh
Daun teh	Bentuk	Serbuk
	Aroma	wangi teh dan manis
	warna	Hijau
	Ukuran	50 mesh

Tabel 4.3. Variasi pH dan waktu kontak terhadap konsentrasi kromium (Cr)

Sample	pH	Waktu	Sebelum Penyerapan (mg/L)	Setelah Penyerapan (mg/L)	% Cr Terserap
Daun Teh	3	30	59,5	0,94	98,4202
		45	59,5	0,86	98,5546
		60	59,5	0,78	98,6891
	7	30	59,5	13,3	77,6471
		45	59,5	13,56	77,2101
		60	59,5	13,13	77,9328
	9	30	59,5	13,95	76,5546
		45	59,5	14,09	76,3193
		60	59,5	14,57	75,5126
Daun Jambu Biji	3	30	59,5	0,9	98,4874
		45	59,5	0,89	98,5042
		60	59,5	0,85	98,5714
	7	30	59,5	12,23	79,4454
		45	59,5	12,45	79,0756
		60	59,5	12,6	78,8235
	9	30	59,5	15,5	73,9496
		45	59,5	15,8	73,4454
		60	59,5	15,6	73,7815

4.2. PEMBAHASAN

4.2.1. Kadar air dan karakteristik bioadsorben daun jambu biji dan daun teh

Berdasarkan data hasil analisa didapatkan bahwa kadar air yang terdapat pada daun jambu biji 84,40 % sedangkan kadar air dari daun teh sebesar 91,60 % yang artinya bioadsorben yang akan digunakan untuk penelitian cukup kering. Bioadsorben yang dihasilkan berbentuk serbuk, beraroma seperti jambu dan jamu, berwarna hijau dan memiliki ukuran 50 mesh untuk daun jambu biji sedangkan untuk daun teh juga berbentuk serbuk, beraroma wangi teh, berwarna hijau serta memiliki ukuran 50 mesh.

4.2.2. Pengaruh pH dan waktu terhadap konsentrasi ion krom pada biosorpsi daun jambu biji dan daun teh

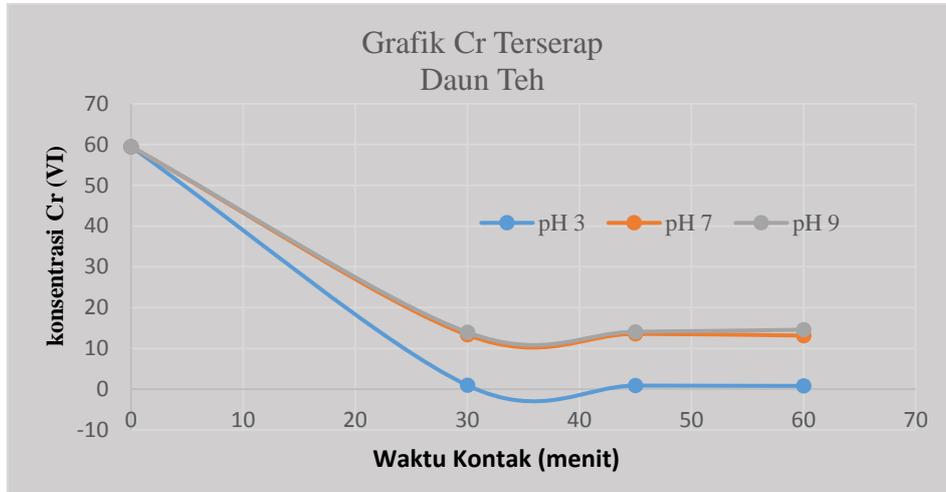
Dari hasil analisa kadar logam krom hasil AAS untuk larutan limbah industri tekstil pembuatan songket sebelum dilakukan proses biosorpsi adalah sebesar 59,50 (mg/l). Persen ion yang terserap merupakan selisih antara konsentrasi logam sebelum dan sesudah perlakuan dikali dengan 100, hasil secara keseluruhan ditampilkan pada Tabel 4.3. pada tabel tersebut tampak bahwa penyerapan krom tertinggi yaitu 98,6891 % terjadi pada pH 3 dan waktu 60 menit untuk sampel daun teh. Sedangkan yang terendah adalah 75,5126 % yaitu pada saat pH 9 dan waktu kontak 60 menit pada daun jambu biji.

Di lihat dari Tabel 4.3 hasil masing-masing % Cr yang terserap dari kedua sampel tersebut yaitu berturut-turut untuk sampel daun Teh pada pH 3 dan waktu 30 menit dihasilkan 98,4202 % , pada pH 3 dan waktu kontak 45 menit yaitu 98,5546 % dan pH 3 waktu kontak 60 menit adalah 98,6891 % , sedangkan pada pH 7 dan waktu kontak 30 menit 77,6471 % , untuk pH 7 dengan waktu 45 menit 77,2101 % , dan pada pH 7 waktu 60 menit adalah 77,9328 % . Selanjutnya untuk pH 9 dengan waktu 30 menit adalah 76,5546 % , untuk pH 9 dan waktu 45 menit 76,3193 % , dan untuk pH 9 dengan waktu 60 menit 75,5126 % . yang merupakan hasil penyerapan tertinggi untuk sampel daun teh adalah pada pH 3 dengan waktu kontak 60 menit. Untuk sampel daun jambu biji diperoleh hasil penyerapan berturut-turut pada pH 3 dan waktu kontak 30 menit yaitu 98,4874 % , pada pH 3 dan waktu kontak 45 menit 98,5042 % dan pada kondisi pH 3 dengan waktu kontak 60 menit 98,5714 % . Selanjutnya untuk pH 7 dengan waktu kontak 30 menit 79,4454 % , untuk pH 7 dengan waktu kontak 45 menit adalah 79,0756 % , dan pada pH 7 dengan waktu kontak 60 menit adalah 78,8235 % . Sedangkan untuk pH 9 dengan waktu 30 menit diperoleh hasil 73,9496 % , untuk pH 9 dan waktu kontak 45 menit 73,4454 % merupakan nilai terendah dari sampel daun jambu biji, selanjutnya untuk pH 9 dengan waktu 60 menit di peroleh hasil 73,7815 % .

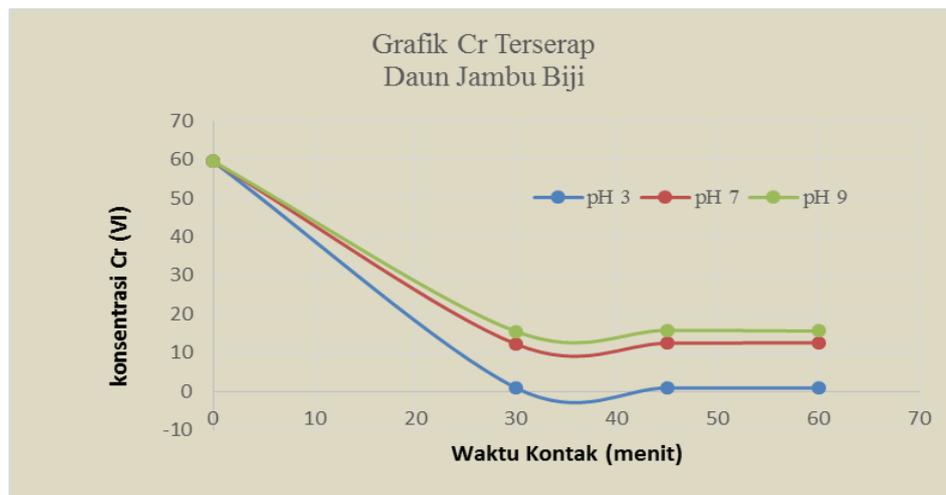
Pada rentang pH 3-9 memiliki nilai yang beragam dan berbeda, hal ini menunjukkan bahwa perubahan pH mempengaruhi proses biosorpsi oleh daun teh dan daun jambu biji. Jadi pH yang baik untuk penyerapan ialah pH 3 karena pada pH 3 (asam) ion krom berupa anion. Diketahui bahwa adanya ikatan karbonil pada zat tanin yang ada pada daun teh dan daun jambu biji yang menjadikannya molekul yang mudah terprotonasi atau bermuatan positif sehingga dapat menarik atau menyerap anion krom yang bermuatan negatif. Pada pH rendah krom berupa anion sedangkan pada pH > 3 krom berupa kation. (Harris dan Ramelow dalam Saifudin, dkk. 1999)

Molekul adsorben secara kimiawi dianggap mempunyai situs-situs aktif atau gugus fungsional yang mampu berinteraksi dengan logam. Jika proses adsorpsi melalui pertukaran ion, adsorpsi dipengaruhi oleh banyak proton dalam larutan yang berkompetisi dengan ion logam pada permukaan adsorben, sehingga pada pH yang rendah jumlah proton melimpah, peluang terjadinya pengikatan logam oleh adsorben relatif kecil, sebaliknya pada pH tinggi, jumlah proton relatif kecil menyebabkan peluang terjadinya pengikatan logam menjadi besar. Model pertukaran ion dapat ditulis sebagai beradsorben secara kimiawi dianggap mempunyai situs-situs aktif atau gugus fungsional yang mampu berinteraksi dengan logam. Jika proses adsorpsi melalui pertukaran ion, adsorpsi dipengaruhi oleh banyak proton dalam larutan yang berkompetisi dengan ion logam pada permukaan adsorben, sehingga pada pH yang rendah jumlah proton melimpah, peluang terjadinya pengikatan logam oleh adsorben relatif kecil, sebaliknya pada pH tinggi, jumlah proton relatif kecil menyebabkan peluang terjadinya pengikatan logam menjadi besar. Menurut Hughes dan Poole (1984) proses adsorpsi melalui pertukaran ion dan kompleksasi hanya

berlangsung pada lapisan permukaan sel yang mempunyai situs-situs yang bermuatan berlawanan dengan muatan ion logam sehingga interaksinya merupakan interaksi pasif dan relatif cepat.



Grafik 4.1. Penyerapan Ion Cr (VI) dengan Bioadsorben Daun Teh Tua dilihat dari konsentrasi dan waktu kontak



Grafik 4.2. Penyerapan Ion Cr (VI) dengan Bioadsorben Daun Jambu Biji Tua dilihat dari konsentrasi dan waktu kontak

Dari grafik di atas menunjukkan bahwa bioadsorben dari daun teh dan daun jambu biji yang sudah tua mampu menyerap ion Cr (VI) cukup signifikan yaitu dari konsentrasi awal Cr 59,5 ppm menjadi 0,94 – 0,78 ppm untuk daun teh dengan pH 3 dan waktu pengadukan 30 -60 menit. kondisi ini adalah kondisi optimum penurunan kadar Cr yang ada dalam limbah textil.

Sama halnya dengan daun teh, daun jambu biji juga mengalami penurunan kadar Cr dari 59,5 ppm menjadi 0,9 – 0,85 ppm pada pH 3 dan waktu kontak 30 – 60 menit.

Pada kondisi awal limbah textile yang digunakan memiliki pH 3. Setelah dilakukan analisa diperoleh hasil pada kondisi pH 3 adalah kondisi optimum untuk penyerapan ion Cr (VI) karena pada kondisi tersebut senyawa tanin yang ada pada bioadsorben bersifat asam sehingga mampu menyerap kadar ion Cr (VI) yang ada dalam limbah textil. Bahan-bahan alam organik yang mempunyai gugus hidroksil (OH⁻) dapat dipakai untuk mengadsorpsi ion-ion logam berat. (Yantri

didalam Sutrasno Kartohardjono dkk, 1998). Bioadsorben daun teh dan daun jambu biji yang sudah tua dengan pH 3 lebih besar menyerap ion Cr (VI) yang ada dalam limbah textile dibandingkan dengan pH 7 dan pH 9.

Berdasarkan dari analisis kedua jenis daun yang digunakan yaitu daun jambu biji dan daun teh terdapat perbedaan yang mencolok dengan perubahan pH terhadap konsentrasi kromium dan persentase penyerapan terhadap limbah Cr untuk daun teh lebih besar yaitu pada pH 3 dengan waktu kontak 60 menit sebesar 98,6891 %.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dan data hasil yang ada maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Bioadsorben daun jambu biji dan daun teh yang dihasilkan memiliki karakteristik yaitu berwarna hijau, beraroma seperti jambu dan jamu, berbentuk serbuk dan ukuran 50 mesh , sedangkan untuk daun teh beraroma seperti teh, warna hijau, berbentuk serbuk dan ukuran 50 mesh.
2. Bahwa setelah dilakukan percobaan menggunakan bioadsorben daun jambu biji dan daun teh dapat mengurangi konsentrasi limbah krom sebanyak 98,6891% pada pH 3 waktu penyerapan 60 menit untuk daun teh dan 98,5714% pada pH 3 waktu penyerapan 60 menit dari konsentrasi awal sebanyak 59,5 mg/L didalam limbah.
3. Waktu pengadukan tidak terlalu memiliki beda nyata penyerapan kromium, sedangkan pH memiliki pengaruh yang signifikan dalam penyerapan. Dari analisa data dapat ditarik kesimpulan bahwa kondisi optimum yaitu pada pH 3 untuk daun teh 98,6891% dan untuk daun jambu biji pada pH 3 yaitu 98,5714%, dapat dilihat jika daun teh lebih efektif dalam menyerap krom (Cr) dibandingkan dengan daun jambu biji.

5.2. SARAN

Saran yang dapat diberikan yaitu untuk penelitian selanjutnya perlu menambahkan parameter lain seperti pengaruh temperatur, kemampuan daya adsorpsi, kecepatan pengadukan, dan juga variasi ukuran bioadsorben yang mempengaruhi proses biosorpsi oleh daun jambu biji dan daun teh.

DAFTAR PUSTAKA

- Arya Wulandari . 2010. Isoterm Adsorpsi . (online) (www.scribd.com/doc/34669191/Isoterm-adsorpsi). Diakses 25 November 2017.
- Deddy, Ermawan Moch. 2009. *Perda No 10 Tahun 2004 Mengenai Baku Mutu Air Limbah* . (online) (<http://perda.No.10.tahun.2004.mengenai.baku.mutu.air.limbah-www.blh.jawatengah.co.id>): diakses 5 November 2017
- Harris.D, 2007. *Ensiklopedi Unsur Unsur Kimia*, Jakarta : Kawan Pustaka. Hal 24
- Kartoharjono, Sutrasno, dkk, 2008. *Pemanfaatan Daun Jambu Biji (Psidium Guajava) Untuk Adsorpsi Cr (VI) dari Larutan* : (online) (<http://www.dhs.cahwet.gov/ps/ddwem/chemicals/chromium6>, 2008: diakses 15 November 2017
- Mawardi. 2010. *Biosorpsi* (online) ([http:// www.scribd.com](http://www.scribd.com))