

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Penelitian Terdahulu**

Berdasarkan penelitian terdahulu yang telah dilakukan, dapat dibuktikan bahwa batang bambu dan daun bambu dapat dimanfaatkan sebagai bioadsorben dan mampu menyerap logam berat yang terkandung di dalam air.

Pada penelitian Huda dkk., (2020) bahan yang digunakan adalah daun bambu yang diaktivasi dengan asam klorida (HCl) dan diperoleh hasil karbon aktif dari bambu Ori sudah layak digunakan sebagai adsorben, karena secara garis besar sudah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan SII No. 2058- 79 dan SNI 06-3730-1995..

Menurut penelitian Kurniawan, (2016) dengan bahan berupa bambu dengan 2 perlakuan yang berbeda, diaktifkan dengan menggunakan asam sitrat 1 M dan tanpa diaktifkan, untuk menyerap ion timbal (Pb (II)) dalam air. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa bambu dapat digunakan sebagai adsorben untuk ion logam berat dan Langmuir isotherm cocok untuk adsorben ion Pb dalam air. Kemampuan adsorpsi dari adsorben bambu tanpa aktivasi dan dengan aktivasi masing-masing sebesar 48,78 mg/g dan 87,72 mg/g.

Menurut penelitian Fardiansyah, (2017) dengan bahan berupa bambu dengan 2 perlakuan yang berbeda, diaktifkan dengan menggunakan asam sitrat 1 M dan tanpa diaktifkan, untuk menyerap ion Kadmium (Cd (II)) dalam air. Hasil menunjukkan bahwa bambu dapat digunakan sebagai adsorben untuk ion logam berat dan Langmuir isotherm cocok untuk adsorben ion Cd dalam air. Kemampuan adsorpsi dari adsorben bambu tanpa aktivasi dan dengan aktivasi masing-masing sebesar 13,81 mg/g dan 17,01 mg/g.

Menurut Zamzanie, (2020) dengan bahan penelitian berupa arang bambu modifikasi besi oksida dan SDS dengan aktivasi menggunakan KOH terhadap logam Timbah (Pb). Hasil karakterisasi adsorben dengan menggunakan FTIR menunjukkan terdapat gugus -OH, C=C aromatik, dan Fe-O yang menunjukkan adanya interaksi antara Ka dan oksida besi. Hasil TOC terjadi penjerapan

surfaktan. Berdasarkan aplikasi ketiga adsorben terhadap larutan Pb, diketahui bahwa proses adsorpsi tersebut mengikuti isotherm adsorpsi Langmuir dan kinetika adsorpsi mengikuti pseudo orde dua.

Menurut penelitian Hafidoh, (2021) dengan bahan utama bambu untuk mengetahui kemampuan adsorpsi terhadap adsorbat logam Pb yang di aktivasi dengan HCl. Analisis kadar logam timbal (Pb) menunjukkan nilai optimum sebesar 99,64% pada konsentrasi HCl 0.5 M dengan waktu kontak 24 jam.

Menurut Hartati dkk., (2016) dengan bahan baku bambu betung (*Dendrocalamus asper*) menggunakan aktivator  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  dengan variasi konsentrasi 2,5; 5,0 dan 7,5% sebagai adsorben ion seng dan sulfat dalam air sumur bor. Hasil penelitian menunjukkan persentase penjerapan ion seng sebesar 68,061% dan sulfat sebesar 57,445%.

Menurut penelitian Alfiany dkk., (2013) dengan bahan baku berupa tongkol jagung dengan aktivator  $\text{HNO}_3$ , asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ), dan asam klorida (HCl) untuk adsorpsi timbal (II). Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya serap iod pada arang aktif tongkol jagung yang diaktivasi asam klorida (HCl) sebesar 773.85 mg/g, asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) sebesar 665,76 mg/g dan asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) sebesar 637,82 mg/g. Jumlah arang dengan serapan terbaik adalah 14 gram dan ion terserap 0,508 ppm. Kapasitas adsorpsi yang terbaik pada berat 12 gram sebesar 23,80 %.

Menurut penelitian Saisa dkk., (2019) dengan bahan baku batubara sub-bituminous sebagai adsorben dengan aktivator  $\text{HNO}_3$ . Hasil menunjukkan ukuran partikel setelah diaktivasi menurun sebesar 3,3188 (Å) sedangkan karbon aktif batubara sub-bituminous sebelum di aktivasi sebesar 4,2269 (Å).

**Tabel 2. 1** Ringkasan Penelitian Terdahulu

No	Nama Belakang Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
1.	(Huda dkk., 2020)	Mengetahui karakteristik karbon aktif dari bambu Ori yang diaktivasi dengan Asam Klorida (HCl).	<p>Hasil terbaik pada variabel suhu karbonisasi 300°C dengan konsentrasi HCl 1 N.</p> <p>Karakteristiknya berupa 5,9 % kadar air, 4,463 % kadar zat mudah menguap, 9,3 % kadar abu, 80,337 % karbon terikat, dan 698,12 mg/g daya serap terhadap Iodium.</p> <p>Karbon aktif dari bambu Ori ini sudah layak digunakan sebagai adsorben, karena secara garis besar sudah memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan SII No. 0258- 79 dan SNI 06-3730-1995.</p>	Bahan, aktivator dan analisis uji.
2.	(Kurniawan, 2016)	Mengetahui efektivitas adsorben dari media bambu dengan 2	Didapatkan kondisi optimum untuk massa adsorben adalah 50	Bahan, aktivator dan waktu kontak, analisis uji.

		perlakuan yang berbeda, diaktifkan dengan menggunakan asam sitrat 1 M dan tanpa diaktifkan, untuk menyerap ion timbal (Pb (II)) dalam air.	mg, larutan pH 6 dan waktu kontak selama 120 menit. Kemampuan adsorpsi dari adsorben bambu tanpa aktivasi dan dengan aktivasi masing-masing sebesar 48,78 mg/g dan 87,72 mg/g. Studi ini menunjukkan bahwa bambu dapat digunakan sebagai adsorben untuk ion logam berat dan Langmuir isotherm cocok untuk adsorben ion Pb dalam air	
3.	(Fardiansyah, 2017)	Mengetahui efektivitas adsorben dari media bambu dengan 2 perlakuan yang berbeda, diaktifkan dengan menggunakan asam sitrat 1 M dan tanpa diaktifkan, untuk menyerap ion Kadmium (Cd (II)) dalam air	Didapatkan kondisi optimum untuk massa adsorben adalah 100 mg, larutan pH 6 dan waktu kontak selama 120 menit. Kemampuan adsorpsi dari adsorben bambu tanpa aktivasi dan dengan aktivasi masing-masing sebesar 13,81 mg/g dan 17,01	Bahan, aktivator, analisis uji dan waktu kontak.

			<p>mg/g. Studi ini menunjukkan bahwa bambu dapat digunakan sebagai adsorben untuk ion logam berat dan Langmuir isotherm cocok untuk adsorben ion Cd dalam air.</p>	
4.	(Zamzanie, 2020)	<p>Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan pola adsorpsi arang bambu modifikasi besi oksida dan SDS dengan aktivasi menggunakan KOH terhadap logam timbal (Pb)</p>	<p>Hasil karakterisasi adsorben dengan menggunakan FTIR menunjukkan terdapat gugus –OH, C=C aromatik, dan Fe-O yang menunjukkan adanya interaksi antara Ka dan oksida besi. Hasil TOC terjadi penjerapan surfaktan. Berdasarkan aplikasi ketiga adsorben terhadap larutan Pb, diketahui bahwa proses adsorpsi tersebut mengikuti isotherm adsorpsi Langmuir dan kinetika adsorpsi mengikuti pseudo orde dua</p>	<p>Bahan, ukuran karbon aktif, aktivator, dan analisis uji dan waktu kontak.</p>

5.	(Hafidoh, 2021)	Untuk mengetahui kemampuan adsorpsi karbon aktif dari bambu terhadap adsorbat logam Pb yang di aktivasi dengan HCl.	Hasil analisis spektra FTIR menunjukkan adanya gugus OH, C=O, C=C, C-O, dan C-H pada karbon aktif. Luas permukaan karbon aktif tertinggi pada konsentrasi HCl 1.5M yaitu 12891,78 m <sup>2</sup> /g. Analisis kadar logam timbal (Pb) menunjukkan nilai optimum sebesar 99,64% pada konsentrasi HCl 0.5 M dengan waktu kontak 24 jam	Bahan , aktivator, analisis dan waktu kontak
6	(Hartati dkk., 2016)	Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi arang aktif bambu betung ( <i>Dendrocalamus asper</i> ) menggunakan aktivator Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> dengan variasi konsentrasi 2,5; 5,0 dan 7,5% sebagai adsorben ion seng dan sulfat dalam air sumur bor warga Desa Buruk Bakul, Kabupaten Bengkulu	Hasil penelitian menunjukkan persentase penjerapan ion seng sebesar 68,061% dan sulfat sebesar 57,445%.	Bahan, analisis uji dan aktivator.

7.	(Alfiany dkk., 2013)	Mengetahui pengaruh aktivasi asam HNO <sub>3</sub> dan variasi banyaknya arang tongkol jagung terhadap adsorpsi timbal (II) oleh limbah tongkol jagung.	Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya serap iod pada arang aktif tongkol jagung yang diaktivasi asam klorida (HCl) sebesar 773,85 mg/g, asam sulfat (H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ) sebesar 665,76 mg/g dan asam nitrat (HNO <sub>3</sub> ) sebesar 637,82 mg/g. Jumlah arang dengan serapan terbaik adalah 14 gram dan ion terserap 0,508 ppm. Kapasitas adsorpsi yang terbaik pada berat 12 gram sebesar 23,80 %	Bahan, ukuran karbon aktif, dan analisis uji.
8.	(Saisa & Sartika, 2019)	Untuk mengetahui uji kinerja batubara sub-bituminous sebagai adsorben dengan activator HNO <sub>3</sub>	ukuran partikel setelah di aktivasi menurun, aktivasi asam sitrat memberikan nilai sebesar 3,3396 (Å) dan aktivasi asam nitrat sebesar 3,3188 (Å) sedangkan karbon aktif batubara sub-bituminous sebelum di aktivasi 4,2269 (Å)	Bahan, proses pengeringan, dan analisis uji.

## 2.2 Teori-Teori Yang Relevan

### 2.2.1 Bambu

Bambu merupakan salah satu tanaman yang termasuk kedalam sub family Bambu Soidae dari *family Gramineae (Poaceae)*. Klasifikasi *family Poaceae* adalah sebagai berikut (Hafidoh, 2021) :

Divisi : Magnoliphyta  
Kelas : Liliopsida  
Sub Kelas : Commelinidae  
Ordo : Poales

Menurut data Kementrian Lingkungan Hidup, terdapat 1.500 jenis bambu di dunia dan 147 jenis aslinya terdapat di Indonesia (Anita, 2016). Salah satu jenis tanaman bambu yang tumbuh di Indonesia adalah bambu hijau. Tanaman bambu biasanya tumbuh merumpun dan memiliki percabangan yang cukup banyak sehingga membentuk perdu. Tumbuhan bambu memiliki panjang sekitar 0,3-30 m dengan diameter batang 0,25-25 cm dan ketebalan dindingnya mencapai 25 mm (Priyanto, 2015).



**Gambar 2. 1** Tanaman Bambu

Bambu bersifat komposit yakni dapat beradaptasi dengan berbagai cuaca baik panas, dingin, didataran tinggi atau pegunungan, maupun didataran rendah. Tanaman bambu merupakan tanaman yang kaya akan manfaat mulai dari akar, batang dan daunnya. Hal demikian menjadikan bambu sebagai tanaman yang potensial untuk dikembangkan dan multi guna untuk dalam kehidupan sehari-hari (Arsad, 2015).

Batang bambu tergolong kedalam tanaman lignoselusosa dimana dalam satu hari tanaman bambu akan menghasilkan selulosa 2-6 kali lebih banyak dari pinus. Batang bambu memiliki waktu panen yang lebih cepat dibandingkan tanaman lain yaitu sekitar 4 tahun dengan peninggakan biomassa bambu perhari sebesar 10-30. Kandungan zat kimia di dalam batang bambu antara lain selulosa sebesar 42,4-53,6 %, lignin sebesar 19,8-26,6 %, abu 1,24-3,77 %, silika 0,10-1,78 % dan pentosan 1,24-3,77 % (Kurniawan, 2016). Sedangkan kandungan yang terdapat didalam daun bambu antara lain selulosa sebesar 46,24% (Hawa dkk., 2015) dan silika sebesar 75,90-82,86% (Fitriani, 2018).

Tanaman bambu memiliki peran penting terutama bagi masyarakat pedesaan di Indonesia. Batang bambu mudah dimanfaatkan dengan sifat-sifatnya yaitu kuat, mudah dibentuk, ringan, bentuk yang lurus dan mudah dikerjakan atau dimanfaatkan sebagai kerajinan tangan. Pemanfaatan bambu dalam kehidupan sehari-hari antara lain sebagai jembatan, konstruksi rumah, tangga, saluran air, peralatan rumah tangga, bilik, pagang, lantai, dan kerajinan tangan (Widnyana, 2012).

### **2.2.2 Adsorben**

Adsorben adalah zat padat yang mampu menyerap komponen tertentu dalam suatu cairan. Bahan –bahan yang digunakan untuk membuat adsorben adalah bahan yang memiliki kandungan pori. Adsorben memiliki peran penting dalam proses adsorpsi. Bahan baku yang digunakan sebagai adsorben merupakan limbah hasil produk pertanian.

Komponen yang terkandung di dalam adsorben yang berfungsi untuk menjerap logam berat adalah gugus aktif. Dalam proses adsorpsi, adsorben dibedakan kedalam 3 jenis , anantara lain sebagai berikut (Ismiyati, 2020) :

- a) Adsorben yang mengadsorpsi secara fisik antara lain zeolit, karbon aktif, dan silika gel.
- b) Adsorben yang mengadsorpsi secara kimia antara lain *calcium cholide*, *metal hybride*, dan *complex salt*.
- c) Composite adsorben yaitu adsorben yang mampu mengadsorpsi secara kimia dan fisika.

### 2.2.3 Karbon Aktif

Karbon aktif merupakan senyawa karbon amorf yang dihasilkan dari bahan-bahan yang memiliki kandungan karbon atau dari arang dengan perakuan khusus sehingga memiliki permukaan yang lebih luas (Margarita dkk., 2017). Karbon aktif adalah bahan padat yang dihasilkan dari pembakaran bahan yang memiliki kandungan karbon. Karbon aktif berbentuk seperti arang yang telah melewati proses aktivasi dengan menggunakan CO<sub>2</sub>, uap air, atau bahan kimia yang menyebabkan pori-porinya terbuka.. Kandungan di dalam karbon aktif yaitu 5-15% air, 1-35% abu, dan sisanya merupakan karbon (Sibarani, 2018).

Karbon aktif mampu mengadsorpsi senyawa kimia tertentu, warna, dan bau yang terdapat dalam air limbah. Besarnya daya serap karbon aktif tergantung pada besar volume pori-pori, luas permukaan dan bahan baku yang digunakan. Daya serap yang dimiliki karbon aktif terhadap senyawa organik ataupun anorganik sebesar 25-100% dengan luas permukaan sekitar 300-350 m<sup>2</sup>/g (Majid dkk., 2017).

Proses pembuatan karbon aktif terdiri dari dua tahapan yaitu karbonisasi dan aktivasi. Karbonisasi merupakan proses pengubahan bahan baku menjadi arang karbon. Proses karbonisasi dapat dilakukan dengan pemanasan bahan baku dengan suhu yang tinggi. Suhu yang tinggi bertujuan untuk menguapkan senyawa di dalam arang karbon dan mengeringkan bahan baku. Dalam proses karbonisasi terjadi terkomposisi termal yaitu penghilangan senyawa non karbon di dalam bahan baku. Proses yang kedua yaitu aktivasi, yang bertujuan untuk meningkatkan volume dan memperbesar luas permukaan setelah bahan baku melalui proses karbonisasi. Proses aktivasi akan meningkatkan efektivitas karbon aktif dalam menyerap komponen kimia yang melewati bagaian poro-pori karbon aktif (Sibarani, 2018).

#### 2.2.4 Pirolisis

Pirolisis merupakan proses dekomposisi pada suatu bahan suhu yang tinggi dengan udara terbatas atau tanpa udara. Produk yang dihasilkan dari proses pirolisis antara lain minyak, gas, dan arang. Arang dapat dimanfaatkan sebagai karbon aktif dan bahan bakar (Iswadi dkk., 2017). Dalam proses pirolisis, hidrokarbon molekul kompleks akan dipecah menjadi bentuk yang lebih sederhana seperti produk padat, gas, cair, dan arang (Rahmatullah dkk., 2019). Suhu yang umum digunakan dalam proses pirolisis adalah rentang  $400^{\circ}\text{C}$ - $600^{\circ}\text{C}$  (Wibowo, 2013). Beberapa faktor yang mempengaruhi pirolisis antara lain (Rafi dkk., 2019):

##### a) Waktu

Produk yang dihasilkan dari proses pirolisis dipengaruhi oleh waktu. Semakin lama waktu yang digunakan dalam proses pirolisis maka akan semakin tinggi produk yang dihasilkan. Tingginya produk tersebut membutuhkan waktu yang tak terhingga yaitu sampai hasil mencapai titik konstan. Waktu pirolisis yang terlalu lama akan mengakibatkan karbon yang telah terbentuk teroksidasi oleh oksigen sehingga berubah menjadi abu dan karbondioksida. Dengan demikian penentuan waktu pirolisis harus diperhatikan.

##### b) Suhu

Produk yang dihasilkan juga dipengaruhi oleh suhu. Menurut persamaan Arrhenius, semakin tinggi suhu maka akan semakin tinggi nilai konstanta dekomposisi termal yang mengakibatkan laju terhadap pirolisis semakin bertambah dan konversi naik.

##### c) Ukuran Partikel

Ukuran partikel juga berpengaruh terhadap hasil dari proses pirolisis. Semakin besar ukuran partikel maka akan semakin kecil luas permukaannya dan proses pirolisis akan semakin lambat.

##### d) Berat Partikel

Berat partikel tentu saja akan mempengaruhi hasil atau produk dari proses pirolisis. Semakin banyak bahan yang digunakan maka produk yang dihasilkan akan meningkat.

Salah satu kelebihan dari proses pirolisis yaitu mampu bekerja pada tekanan atmosfer dan suhu sekitar 500 °C (Endang dkk., 2016).

### **2.2.5 Aktivasi**

Aktivasi merupakan proses perlakuan terhadap material karbon dengan tujuan untuk memperbesar luas permukaan dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon sehingga material karbon mengalami perubahan sifat baik fisik maupun kimia yaitu luas permukaan yang meningkat dan berpengaruh langsung terhadap daya adsorpsi. Proses aktivasi dibagi menjadi tiga cara yaitu aktivasi secara kimia, aktivasi secara fisika, dan aktivasi kimia fisika.

#### **a) Aktivasi Secara Kimia**

Proses aktivasi secara kimia dilakukan dengan mencampurkan material karbon dengan bahan kimia atau reagen pengaktif dan kemudian dipanaskan dan dikeringkan. Unsur mineral yang terkandung di dalam aktivator akan masuk ke plat heksagonal dari kristalit dan memisahkan permukaan yang tertutup (Surest dkk., 2010). Tujuan dari aktivasi kimia yaitu untuk membersihkan permukaan pada pori, membuang senyawa pengotor, dan mengatur kembali letak atom. Prinsip dari aktivasi secara kimia adalah menambahkan pereaksi tertentu sehingga mendapatkan pori-pori karbon aktif yang bersih (Muwardi dkk., 2014).

#### **b) Aktivasi Secara Fisika**

Aktivasi secara fisika merupakan aktivasi dengan proses kalsinasi atau pemanasan pada suhu tinggi. Aktivasi secara fisika akan meningkatkan porositas sehingga luas permukaan akan meningkat. Pemanasan atau kalsinasi dapat dilakukan secara langsung maupun tidak langsung atau yang biasa disebut sistem vakum (Muwardi dkk., 2014).

#### **c) Aktivasi Kimia Fisika**

Aktivasi kimia fisika merupakan kombinasi antara aktivasi secara kimia dengan aktivasi secara fisika. Aktivasi secara kimia dilakukan terlebih dahulu dengan menambahkan aktivator atau pereaksi, kemudian dilanjutkan dengan aktivasi secara fisika yaitu dipanaskan pada temperatur tertentu untuk

menguapkan air yang terperangkap dalam pori-pori, sehingga akan meningkatkan luas permukaan (Muwardi dkk., 2014).

Proses aktivasi tidak lepas dari peran aktivator. Aktivator merupakan suatu zat yang berfungsi untuk mengaktifkan atom-atom karbon sehingga daya serapnya menjadi lebih tinggi. Ketika proses pemanasan, senyawa kontaminan akan terlepas dari pori dan menyebabkan luas permukaan pada arang akan semakin besar dan meningkatkan daya serap (Surest dkk., 2010).

### **2.2.6 Adsorpsi**

Adsorpsi merupakan pengambilan molekul-molekul oleh permukaan luar atau permukaan dalam suatu padatan adsorben (Purwaningtyas dkk., 2020). Teknologi adsorpsi dinilai menjanjikan untuk menurunkan ion logam berat karena biaya yang rendah, efisiensi yang tinggi dan mudah dioperasikan (Erlina dkk., 2015). Beberapa faktor yang mempengaruhi adsorpsi antara lain (Hafidoh, 2021):

a. Luas permukaan .

Semakin luas permukaan adsorben, maka semakin banyak zat yang teradsorpsi. Luas permukaan adsorben ditentukan oleh ukuran partikel dan jumlah dari adsorben. Semakin kecil ukuran partikel maka luas permukaannya semakin besar. Dan semakin banyak jumlah adsorben maka luas permukaannya semakin besar.

b. Konsentrasi adsorbat

Semakin besar konsentrasi adsorbat dalam larutan maka semakin banyak jumlah substansi yang terkumpul pada permukaan adsorben.

c. Jenis adsorbat

Peningkatan polarisabilitas adsorbat akan meningkatkan kemampuan adsorpsi molekul yang mempunyai polarisabilitas tinggi (polar memiliki kemampuan tarik menarik terhadap molekul lain dibandingkan molekul yang tidak dapat membentuk dipol (non polar). Peningkatan berat molekul adsorbat dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi dari adsorbat.

d. Temperatur

Pemanasan atau pengaktifan adsorben akan meningkatkan daya serap adsorben terhadap adsorbat menyebabkan pori-pori adsorben lebih terbuka

pemanasan yang terlalu tinggi menyebabkan rusaknya adsorben sehingga kemampuan penyerapannya menurun.

e. 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 kurang optimal dalam proses adsropsinya.

f. Waktu Kontak

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

g. pH

pH larutan mempengaruhi kelarutan ion logam, aktivitas gugus fungsi pada biosorben dan kompetisi ion logam dalam proses adsorpsi.

### **2.2.7 Limbah Artifisial**

Limbah Artifisial adalah air limbah yang dibuat dengan melarutkan sejumlah logam pencemar kedalam air, sehingga didapatkan konsentrasi air limbah yang diinginkan (Hasyim, 2016). Penggunaan limbah artifisial pada penelitian memudahkan peneliti dalam mengidentifikasi kapasaitas adsorpsi dari adsorben yang digunakan untuk menjerap logam di dalamnya.

## **2.3 Hipotesis**

Hipotesis atau dugaan sementara dari penelitian ini antara lain sebagai berikut:

- a. Aktivator asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) dengan konsentrasi 4% lebih efektif dalam menjerap polutan Fe dan klorin serta menurunkan kadar salinitas dan pH di dalam limbah artifisial.
- b. Karakteristik bioadsorben daun bambu dan batang bambu berdasarkan analisis kadar air sudah sesuai dengan baku mutu dalam SNI 06-3730-1995 yaitu maksimal 15%.

- c. Karakteristik bioadsorben daun bambu dan batang bambu berdasarkan analisis kadar zat menguap sudah sesuai dengan baku mutu dalam SNI 06-3730-1995 yaitu maksimal 25%.
- d. Karakteristik bioadsorben daun bambu dan batang bambu berdasarkan analisis kadar daya serap iodin sudah sesuai dengan baku mutu dalam SNI 06-3730-1995 yaitu minimal 750 mg/g.
- e. Karakteristik bioadsorben daun bambu dan batang bambu berdasarkan analisis kadar zat menguap sudah sesuai dengan baku mutu dalam SNI 06-3730-1995 yaitu maksimal 10 %.
- f. Bioadsorben dengan kombinasi berat batang bambu yang lebih besar dari daun bambu lebih efektif dalam menjerap polutan Fe dan klorin serta menurunkan kadar salinitas dan pH di dalam limbah artifisial.
- g. Waktu kontak bioadsorben dengan limbah artifisial selama 6 jam lebih efektif dalam proses menjerap polutan Fe dan klorin serta menurunkan kadar salinitas dan pH di dalam limbah artifisial.