

Pemanfaatan Karbon Aktif Batubara untuk Pengolahan Limbah Cair Tekstil PT Indo-Rama Synthetic Tbk Purwakarta di Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Mineral dan Batubara Bandung Jawa Barat

¹Revina Lukita Putri, ²Linda Pulungan, ³Ika Monika

^{1,2,3}*Prodi Pertambangan, Fakultas Teknik, Universitas Islam Bandung,
Jl. Tamansari No. 1 Bandung 40116*

email : ¹revinalukitaputrivina@yahoo.co.id, ²linda.lindahas@gmail.com,
³ika@tekmira.esdm.go.id

Abstrak. Limbah cair merupakan hasil dari suatu proses industri yang sifatnya dapat merusak lingkungan karena limbah tersebut mengandung berbagai kontaminan yang tidak diijinkan keberadaannya apabila ada pada konsentrasi tinggi. Limbah cair di PT INDO-RAMA Synthetic Tbk Purwakarta merupakan limbah hasil buangan *poliyaster* yang mengandung unsur etilen glikol dan asiteldhid (senyawa organik yang berbahaya dan beracun) sehingga kandungan COD (*Chemical Oxygen Demand*) nya tinggi yaitu sekitar 2000-3500 ppm. Karbon aktif yang digunakan adalah karbon aktif batubara dengan bilangan iodin 304mg/gr, karbon aktif tempurung kelapa bilangan iodin 791 mg/gr dan karbon aktif tempurung kelapa dengan bilangan iodin 104 mg/gr. Proses adsorpsi dilakukan dengan waktu kontak yang berbeda-beda yaitu pada waktu kontak 30 menit, 60 menit, 120 menit, 240 menit dan 24 jam dengan komposisi karbon aktif yaitu, 5gram, 10gram dan 20 gram . Analisis COD sesuai dengan SNI 06-6989.15.2004. Selain analisis COD juga dilakukan analisis terhadap pH sebelum penambahan karbon aktif dan setelah penambahan karbon aktif sesuai SNI 06-6989.11-2004. Hasil penelitian menunjukkan bahwa persentase penyerapan optimal terjadi pada waktu kontak 120 menit dengan komposisi karbon aktif 5 gram, jenis karbon aktif batubara dengan persentase penyerapan 69.3%. Sedangkan untuk karbon aktif tempurung kelapa komersil penyerapannya relatif stabil dan tidak menunjukkan penyerapan yang tinggi. Sedangkan untuk karbon aktif tempurung kelapa dengan bilangan Iodin 791 relatif menunjukkan penurunan COD yang signifikan dengan waktu kontak dan penambahan karbon aktif tertentu. Karbon aktif relatif tidak memiliki pengaruh terhadap kenaikan atau penurunan pH.

Kata Kunci : Menurunkan COD dan pH

A. Pendahuluan

1. Latar Belakang

Indonesia adalah salah satu negara yang memiliki kandungan batubara cukup besar di dunia. Cadangan batubara di Indonesia tersebar di daerah Sumatera, Kalimantan, Jawa, Sulawesi, Maluku, dan Papua. Menurut World Energy Council diperkirakan cadangan terbukti batubara dunia mencapai 847.488 juta ton pada akhir 2007 yang tersebar di lebih dari 50 negara. Batubara pada umumnya digunakan sebagai bahan bakar. Namun sebagai bahan dengan kandungan karbon tinggi, batubara dapat digunakan untuk bahan baku industri, salah satunya untuk pembuatan karbon aktif. Karbon aktif adalah bahan yang sangat bermanfaat. Sebagai bahan yang memiliki kemampuan adsorpsi (menyerap) yang sangat baik, karbon aktif banyak digunakan pada berbagai industri seperti, penjernihan air, penyerap bau dan warna, ekstraksi mineral, pengobatan, produk kecantikan dan pengolahan limbah cair.

Limbah cair merupakan hasil dari suatu proses industri yang sifatnya dapat merusak lingkungan karena limbah tersebut mengandung berbagai kontaminan yang tidak diinginkan keberadaannya apabila ada pada konsentrasi tinggi. PT Indo-Rama synthetic Tbk Purwakarta adalah pabrik tekstil yang menghasilkan limbah cair dari

hasil proses polimerisasi yang mengandung etilenglikol dan asetaldehid dengan beban COD (Chemical Oxygen Demand) tinggi yaitu antara 2000-3500 ppm. Limbah cair tersebut berasal dari kolom distilasi yang memiliki kandungan COD tinggi dan bersifat asam. Pengolahan limbah cair di PT Indo-Rama synthetics tbk Purwakarta selama ini menggunakan sistem pengolahan secara biologi dengan memanfaatkan mikroorganismenya untuk menurunkan kandungan COD dan pH. Kedua parameter ini merupakan parameter utama limbah cair perusahaan tersebut.

Sebagai tahap untuk mengembangkan pemanfaatan karbon aktif, maka dilakukan penelitian untuk mengetahui sejauh mana karbon aktif dapat menurunkan atau mengurangi parameter COD dan pH. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan informasi pada pengembangan pemanfaatan batubara sebagai bahan baku karbon aktif, maupun pada industri lainnya.

2. Tujuan

Tujuan penelitian adalah untuk :

1. Mengetahui karakteristik karbon aktif batubara dan karbon aktif tempurung kelapa sebagai pembandingnya.
2. Mengetahui pengolahan limbah cair tekstil di PT Indo-Rama synthetics tbk Purwakarta.
3. Melakukan analisis terhadap nilai COD dan pH limbah, sebelum dan sesudah ditambahkan karbon aktif.

B. Landasan Teori

1. Pengertian Batubara

Batubara adalah batuan sedimen yang secara kimia dan fisika adalah heterogen yang mengandung unsur-unsur karbon, hidrogen, dan oksigen sebagai unsur utama dan belerang serta nitrogen sebagai tambahan. Zat lain, yaitu senyawa anorganik pembentuk ash tersebar sebagai partikel zat mineral terpisah-pisah di seluruh senyawa batubara.

2. Pengertian Karbon Aktif

Karbon aktif adalah suatu padatan berpori, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi (Chand, 2005). Karbon aktif dapat dibuat dari berbagai bahan karbon, seperti kayu, tempurung kelapa, batubara, limbah pertanian seperti jerami padi, jerami gandum, kulit kacang, dan lain sebagainya (Yalcin, 200). Pembuatan karbon aktif dilakukan melalui cara karbonisasi dan Aktivasi terhadap bahan baku yang mengandung senyawa karbon tinggi.

3. Pembuatan Karbon Aktif

- Proses Karbonisasi

Fase permulaan proses karbonisasi dimulai pada temperatur 170°C atau lebih, di atas temperatur ini bahan menjadi berubah. Sebagian bahan karbon terurai dan terbentuk gas karbon monoksida, karbon dioksida dan asam asetat. Proses dekomposisi eksotermal diatur pada temperatur 270 - 280°C. Selama proses tersebut berlangsung sejumlah tar, metanol dan bahan lain terbentuk. Fase karbonisasi secara lengkap terjadi pada temperatur 400 - 600°C, dan selama

proses karbonisasi, kandungan karbon (fixed carbon) akan meningkat menjadi sekitar 70-80% tergantung pada lamanya waktu proses.

- **Proses Aktivasi**

Setelah proses karbonisasi, tahap selanjutnya adalah aktivasi terhadap arang batubara hasil karbonisasi (semikokas). Proses aktivasi adalah proses untuk memperbesar luas permukaan dan volume pori. Aktivasi juga akan menghasilkan pori-pori baru dengan ukuran atau dimensi tertentu, tergantung pada kondisi proses aktivasi. Proses aktivasi merupakan proses lanjutan setelah proses karbonisasi. Selama aktivasi terjadi dua reaksi utama yaitu, tahap pertama berkurangnya keteraturan struktur karbon akibat pemanasan, dan pori-pori akan terbuka. Tahap ke dua, sistem ring aromatik mulai terbakar, pori-pori yang terbentuk semakin banyak, dan bahan karbon menjadi bersifat aktif.

4. **Adsorpsi**

Adsorpsi adalah suatu proses fisika yang terjadi ketika suatu cairan fluida ataupun gas (adsorbat) terikat pada suatu padatan (adsorbent) dan membentuk suatu lapisan tipis pada permukaan padatan tersebut. Beda halnya dengan absorpsi, penyerapan dilakukan oleh satu fluida terhadap fluida lainnya sehingga membentuk suatu larutan (Hendara, 2008).

Menurut Hendra (2008) proses adsorpsi yang terjadi pada adsorben berlangsung melalui tiga tahap, yaitu :

1. Perpindahan makro, yaitu pergerakan molekul adsorbat melalui sistem makropori adsorben
2. Perpindahan mikro, yaitu pergerakan molekul adsorbat melalui sistem mesopori adsorben
3. Sorption, terikatnya molekul adsorbat pada permukaan adsorben pada dinding pori dan mikropori.

5. **Limbah Cair Tekstil**

Limbah adalah buangan yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena selain tidak mempunyai nilai ekonomi, juga bersifat mencemari dan merusak lingkungan sekitar.

6. **Pengertian COD (*chemical oxygen demand*)**

Chemical oxygen Demand (COD) atau kebutuhan oksigen kimia (KOK) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam sampel air atau banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik menjadi CO₂ dan H₂O. COD adalah jumlah oksigen (mg O₂) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam 1 liter sampel air.

C. **Hasil Penelitian dan Pembahasan**

Berikut merupakan hasil penelitian dari percobaan yang dilakukan :

Tabel 1
Karakteristik Batubara yang Digunakan

Nama contoh	Kadar air % adb	Kadar abu % adb	Zat terbang % adb	Karbon tertambat % adb
Batubara peringkat rendah	11,0-20,0	2,0 - 8,0	37,0-41,0	37,0-40,0

Tabel 2
Hasil analisa karakteristik Semikokas dan Arang Kelapa

Sample	Air (%)	Abu (%)	Zat Terbang (%)	Karbon Padat (%)
Semikokas	1.31	10.27	16.42	80
Arang Kelapa	1.34	1.02	15.60	82

Tabel 4.7
Hasil Karakterisik Karbon Aktif

Sampel	Kode Sampel	Air (%)	Abu (%)	Bilangan Iodin (mg/gr)
Karbon Aktif Batubara	KABB 347	4.2	14.60	346.92
Karbon Aktif Tempurung Kelapa	KATK 791	10.68	2.74	791.32
Karbon Aktif Komersial	KATK 104	7.79	28.82	104.42

Tabel 4.8
Hasil Analisa COD dan pH

Sebelum Percobaan		Sesudah percobaan			
COD (ppm)	pH	No Sample	Waktu Kontak	COD (ppm)	pH
			(menit)		
1008	7.19	I	30	881	7.33
		II		786	7.2
		III		790	7.06
		IV		718	7.66
		V		711	7.24
		VI		601	7.65
		VII		836	7.57
		VIII		828	7.35
		IX		639	7.39
		I	60	803	7.25
II	796	7.44			

Sebelum Percobaan		Sesudah percobaan			
COD (ppm)	pH	No Sample	Waktu Kontak	COD (ppm)	pH
			(menit)		
		III		739	7.07
		IV		600	7.4
		V		441	7.52
		VI		494	7.65
		VII		981	7.36
		VIII		641	7.49
		IX		651	7.63
		I		755	8
		II		782	8.01
		III		740	8
		IV		604	7.97
		V	120	521	8.12
		VI		490	8.19
		VII		309	8.06
		VIII		622	8.12
		IX		675	8.05
		I		792	8.05
		II		785	8.08
		III		905	8.18
		IV		812	8.01
		V	240	824	8.09
		VI		633	8.18
		VII		824	7.99
		VIII		749	8.01
		IX		748	8.04
		I		965	7.97
		II		789	8.02
		III		827	7.86
		IV		819	8.01
		V	24 Jam	643	8.21
		VI		561	8.28
		VII		890	8.05
		VIII		774	7.86
		IX		681	8.11

Keterangan :

Sampel I = Karbon Aktif Tempurung Kelapa komersil 5 gr

Sampel II = Karbon aktif Tempurung kelapa komersil 10 gr

Sample III = Karbon aktif Tempurung kelapa komersil 20 gr

Sampel IV	= Karbon aktif Tempurung kelapa 5 gr
Sampel V	= Karbon aktif Tempurung kelapa 10 gr
Sampel VI	= Karbon aktif Tempurung kelapa 20 gr
Sampel VII	= Karbon aktif Batubara 5 gr
Sampel VIII	= Karbon aktif Batubara 10 gr
Sampel XI	= Karbon aktif Batubara 20 gr

1. Analisis COD dengan menggunakan karbon aktif dan proses pengolahan yang dilakukan di PT INDO-RAMA *Syhnthetic* tbk Purwakarta

Karbon aktif batubara sebanyak 5 gram dengan bilangan iodin 347 mg/gr dan waktu kontak 120 menit dapat menurunkan kadar COD dari 1008 ppm menjadi 309 ppm. Tingkat penyerapan oleh karbon aktif batubara dapat lebih tinggi jika digunakan karbon aktif dengan daya serap/ bilangan iodin yang lebih besar. Selain itu, penyerapannya dapat ditingkatkan jika selama proses adsorpsi dilakukan pengadukan secara kontinu, yang disertai dengan pemanasan. Pengadukan dapat memberikan peluang untuk kontak antara adsorbat dengan adsorben secara optimal. Demikian pula dengan pemanasan, mempercepat proses adsorpsi sehingga tidak tertutup kemungkinan penyerapan/penurunan COD akan lebih besar.

Sedangkan apabila dilihat dari proses pengolahan limbah yang dilakukan di PT INDO-RAMA dengan menggunakan sistem pengolahan biologikal mikroorganisme, yaitu proses flokulasi dan *coagulation* dengan memanfaatkan mikroba aktif COD dapat diturunkan menjadi < 150 ppm. Namun penggunaan mikroba aktif tersebut membutuhkan biaya yang relatif mahal, serta membutuhkan kontrol secara spesifik. Hal tersebut disebabkan mikroba aktif membutuhkan pH tertentu untuk dapat hidup dan mampu menyerap zat-zat yang tidak diinginkan pada limbah tersebut.

2. Analisa nilai pH limbah cair tekstil sebelum ditambahkan karbon aktif dan setelah ditambahkan karbon aktif

Selain penelitian penurunan COD, parameter yang diamati adalah nilai pH. Nilai pH sebelum ditambahkan karbon aktif sebesar 7,2. Nilai tersebut relatif dalam kondisi netral atau sedikit basa. Setelah ditambahkan karbon aktif nilai pH relatif stabil tidak mengalami peningkatan maupun penurunan. Artinya penggunaan karbon aktif relatif tidak mempengaruhi nilai pH limbah tersebut. Berbeda dengan pengolahan limbah cair tekstil yang dilakukan di PT INDO-RAMA *Syhnthetic* tbk Purwakarta yang mengakibatkan kenaikan nilai pH, hal ini disebabkan karena selama proses tersebut berlangsung membutuhkan mikroba aktif untuk menangkap unsur-unsur yang ada pada limbah cair tersebut. Sedangkan mikroba dapat aktif pada pH 8,5-11,5 atau kondisi *alkalifilik*. Untuk memperoleh kondisi pH tersebut dilakukan *treatment* dengan menggunakan komponen tertentu, seperti penambahan pupuk urea. Hasil pengamatan dengan penggunaan karbon aktif pengaruhnya terhadap pH, dapat dilihat pada data tabel 4.12 dan Grafik di bawah ini.

Pada waktu kontak 30 dan 60 menit pH relatif stabil yaitu berkisar antara 7,0-7,7. Artinya penambahan karbon aktif tidak mempengaruhi nilai pH. Kalaupun terjadi kenaikan maupun penurunan, relatif kecil tidak signifikan. Namun pada waktu kontak 120 menit, 240 menit dan 24 jam nilai pH semakin tinggi mencapai 8,0-8,3. Hal ini disebabkan karena sampel yang digunakan mengalami perlakuan berbeda. Sampel

disimpan di dalam lemari pendingin. Penyimpanan di lemari pendingin bertujuan untuk menjaga nilai Iod, agar tidak berubah.

Kondisi ideal untuk analisis COD sampel dapat digunakan dalam waktu kurang dari 7 hari, lebih dari waktu tersebut diperlukan penyimpanan di lemari pendingin atau dengan penambahan bahan kimia, seperti H_2SO_4 . Penyimpanan di dalam lemari pendingin menyebabkan pH naik dari pH yang berkisar 7,2 (netral) menjadi sekitar 8,2 (basa). Pengamatan terhadap penggunaan karbon aktif sebanyak 5, 10 dan 20 gram untuk waktu kontak 120 menit, 240 menit dan 24 jam menunjukkan hasil yang hampir sama dengan waktu kontak 30 menit dan 60 menit.

D. Kesimpulan

Berdasarkan kegiatan penelitian dan hasil analisa di atas, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Karakteristik karbon aktif batubara yang digunakan memiliki kandungan air sebesar 4,2%, kandungan abu 14,60% dan bilangan Iodin sebesar 346,92 mg/gr. Karakteristik tempurung kelapa komersial bilangan iodin 791 mg/gr memiliki kandungan air 10,68%, dan kandungan air 2,74%. Sedangkan karakteristik tempurung kelapa bilangan iodin 104 mg/gr memiliki kandungan air 7,79% dan kandungan abu 28,82%.
2. Pengolahan limbah cair tekstil diPT INDO-RAMA *Syhnthetic* tbk Purwakarta dilakukan dengan sistem biologikal, yaitu memanfaatkan mikroba aktif untuk menurunkan nilai COD. Namun selain itu pengolahan limbah dapat dilakukan dengan sistem adsorpsi menggunakan karbon aktif
3. Berdasarkan hasil analisa COD maka diketahui kondisi optimal tercapai oleh karbon aktif batubara pada waktu kontak 120 menit dengan bilangan Iodin 791mg/gr dan penggunaan karbon aktif sebanyak 5 gram dengan persentase penyerapan mencapai \pm 70%, turun dari 1008 ppm menjadi 309 ppm. Sedangkan pengamatan pH dengan menggunakan karbon aktif tidak memberikan pengaruh yang signifikan, dengan diperoleh nilai pH sebelum dan sesudah adsorpsi relatif stabil.

DAFTAR PUSTAKA

AC. COOK and AJ. Kantsler, 1993 “*The Origin and Petrology of Arganic Matter in Coal, Oil Shales, and petroleum source rocks*” N.S.W, Australia.

Anonim, 2012 “*Kuantitas dan Karakteristik Limbah Cair Industri Tekstil*”. (Online)(<http://jujubandung.wordpress.com/2012/06/11/kuantitas-dan-karakteristik-limbah-cair-industri-tekstil/>) diakses Bulan April 2015).

Anonim, (BSN) Badan Standrar Nasional. (1996). “**SNI 01-1682.1996. Arang Tempurung Kelapa**”. Jakarta : BSN (SNI 01-1682.1996)

Anonim, (BSN) Badan Standrar Nasional. (2004). SNI 06-6989.15.2004. “**Air dan air limbah. Bagian 15: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (KOK) Refluks Terbuka secara Titrimetri**”. Jakarta : BSN