

**PEMANFAATAN KULIT KAYU MENJADI KARBON AKTIF
UNTUK MENGURANGI KANDUNGAN MANGAN (Mn)
PADA AIR LINDI**

JURNAL TUGAS AKHIR

**LATIFAH
012.17.006**



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGOLAHAN PULP DAN KERTAS
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
JULI 2021**

**PEMANFAATAN KULIT KAYU MENJADI KARBON AKTIF
UNTUK MENGURANGI KANDUNGAN MANGAN (Mn)
PADA AIR LINDI**

JURNAL TUGAS AKHIR

**LATIFAH
012.17.006**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Terapan
Pada Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas



**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PENGOLAHAN PULP DAN KERTAS
FAKULTAS VOKASI
INSTITUT TEKNOLOGI SAINS BANDUNG
KOTA DELTAMAS
JULI 2021**

**PEMANFAATAN KULIT KAYU MENJADI KARBON AKTIF
UNTUK MENGURANGI KANDUNGAN MANGAN (Mn)
PADA AIR LINDI**

JURNAL TUGAS AKHIR

**LATIFAH
012.17.006**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Terapan
Pada Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas

Menyetujui,

Kota Deltamas, Juli 2021

Dosen Pembimbing



Nurul Ajeng Susilo, S.Si., M.T.
NIK. 1990051620170354

Mengetahui,

Ketua Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Kertas



Ni Njoman Manik S., S.T., M.T.
NIK. 19680908201407442

Pemanfaatan Kulit Kayu Menjadi Karbon Aktif Untuk Mengurangi Kandungan Mangan (Mn) Pada Air Lindi

Latifah^{1*}

¹ Program Studi Teknologi Pengolahan Pulp dan Paper, Fakultas Vokasi, Institut Teknologi dan Sains Bandung

Email : latifashalam@gmail.com

Abstrak.

Salah satu cara untuk mengurangi konsentrasi kandungan logam dalam air lindi yaitu dengan menggunakan karbon aktif. Karbon aktif mempunyai kemampuan daya serap yang bagus. Proses pembuatan karbon aktif dilakukan dengan pengarang (karbonisasi) dan aktivasi dengan penambahan bahan pengaktif NaOH dan H₂SO₄ yang berfungsi untuk memperbesar pori-pori karbon aktif sehingga dapat menyerap kandungan logam secara optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan karbon aktif dari kulit kayu (*Bark*) dalam menyerap kadar Mangan (Mn) pada Air Lindi (*Leachate*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kualitas karbon aktif sebagai adsorben dipengaruhi oleh kadar air dan kadar abu dari karbon aktif tersebut. Kadar air kulit kayu yang diaktivasi dengan H₂SO₄ sebesar 0,89% dengan komposisi 70:300 selama 2 jam dan 0,87% yang diaktivasi dengan NaOH dengan komposisi 70:300 selama 2 jam. Kadar abu kulit kayu yang diaktivasi dengan H₂SO₄ sebesar 0,79% dengan komposisi 70:300 selama 1 jam dan 0,86% yang diaktivasi dengan NaOH dengan komposisi 70:300 selama 1 jam .

Kata Kunci : Karbon aktif, kadar air, kadar abu dan air lindi.

Abstract

One way to reduce the concentration of metal content in leachate is to use activated carbon. Activated carbon has good absorption ability. The process of making activated carbon is carried out by carbonization and activation with the addition of NaOH and H₂SO₄ activating agents. Which serves to enlarge the pores of activated carbon so that it can absorb metal content optimally. This study aims to determine the ability of activated carbon from the bark to absorb level of Manganese (Mn) in leachate. The result showed that the quality of activated carbon as an adsorbent was influenced by the water content of the activated bark with H₂SO₄ was 0,82% with a composition of 20:100 for 2 hours and 0,87% which was activated with NaOH with a composition of 20:100 for 2 hours . the ash content of the bark activated with H₂SO₄ was 0,74% with a composition of 70:300 for 1 hour and 0,63% which was activated with NaOH activated with a composition of 50:200 for 1 hour.

Keyword : Activated carbon, water content, ash content and leachate.

^{1*} Corresponding author: latifashalam@gmail.com

1. Pendahuluan

Dalam Industri *Pulp* dan kertas bahan baku yang digunakan dalam pembuatan *pulp* yaitu kayu. Dalam ilmu botani, kayu digolongkan menjadi dua bagian besar, *gymnosperma* yang biasa disebut kayu daun jarum (*softwood*) dan *angiosperma* yang disebut kayu daun lebar (*hardwood*). Bahan baku kayu dikelompokkan dalam dua bagian yaitu tumbuhan kayu berdaun lebar (*hardwood*) dan tumbuhan kayu berdaun jarum (*softwood*) (G.A Smook,1982).

Beberapa tanaman yang termasuk tanaman *hardwood* seperti *Acacia Mangium*, *Acacia*, *Albizia Sp*, *Gmelina Sp*, *Anthocephalus*, *Lamtorogung* dan *Eucalyptus*. Sedangkan tanaman yang termasuk tanaman *softwood* yaitu pinus, *Aghatis*, *Araucaria Sp* dan lain – lain. *Acacia Mangium* merupakan jenis tumbuhan dengan pertumbuhan tanaman yang cepat (*fast growth*). Tanaman akasia pada usia enam tahun sudah bisa dipanen. Akasia banyak disarankan sebagai komoditi Hutan Tanaman Industri (HTI) yang sekaligus dipakai sebagai tanaman rehabilitas. Tanaman akasia merupakan bahan yang sangat bagus dipergunakan sebagai bahan baku industri *pulp* dan kertas. (G.A Smook,1982)

Karbon aktif merupakan suatu bahan berupa *amorf* dengan luas permukaan sekitar 300 sampai 2000 m²/gr. Luas permukaan yang sangat besar ini karena mempunyai struktur pori- pori, pori-pori inilah yang menyebabkan karbon aktif mempunyai kemampuan untuk menyerap. Karbon aktif sebagian besar terdiri dari atom karbon bebas dan mempunyai permukaan dalam sehingga mempunyai kemampuan daya serap yang baik. Bahan ini mampu mengadsorpsi anion, kation dan molekul dalam bentuk senyawa organik dan anorganik, baik berupa larutan maupun gas. Karbon aktif dapat mengadsorpsi gas dan senyawa – senyawa kimia tertentu atau sifat adsorpsinya selektif., tergantung pada besar atau volume pori – pori dan luas permukaan. Struktur pori ini erat kaitannya dengan daya serap karbon, dimana semakin banyak pori-pori pada permukaan karbon aktif maka daya adsorpsinya juga semakin meningkat. Dengan demikian kecepatan adsorpsinya akan bertambah (Herlandien,,2016).

Karbon aktif dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau dari arang yang diperlakukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan yang lebih luas. Luas permukaan karbon aktif berkisar antara 300-2000 m²/gr dan ini berhubungan

dengan struktur pori internal yang menyebabkan karbon aktif mempunyai sifat sebagai daya serap yang bagus.

Tabel 1.1 Syarat Mutu Karbon Aktif (SII No. 0258-88)

Uraian	Persyaratan	
	Butiran	Padatan
Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C	Max 15%	Max 25%
Kadar air	Max 4,5%	Max 10%
Kadar abu	Max 2,5%	Max 10%
Bagian yang tidak mengarang	Tidak ternyata	Tidak ternyata
Karbon aktif murni	Min.80%	Min.65%
Daya serap terhadap Methylene blue	Min. 60 mg/l	Min. 120 mg/l

(Sumber : Pusat Dokumentasi dan Informasi Ilmiah, LIPI 1997)

Aktivasi adalah suatu perlakuan terhadap karbon aktif yang bertujuan untuk memperbesar pori yaitu dengan cara memecahkan ikatan hidrokarbon atau mengoksidasi molekul-molekul permukaan sehingga arang mengalami perubahan sifat, baik fisika maupun kimia, yaitu luas permukaannya bertambah besar dan berpengaruh terhadap daya adsorpsi (Sembiring, 2003).

Adsorpsi secara umum adalah proses penggumpalan substansi terlarut yang ada dalam larutan oleh permukaan benda atau zat penyerap. Adsorpsi adalah masuknya bahan yang mengumpul dalam suatu zat padat. Keduanya sering muncul bersamaan dengan suatu proses maka ada yang menyebutnya sorpsi. Baik adsorpsi maupun absorpsi sebagai sorpsi terjadi pada tanah liat maupun padatan lainnya, namun unit operasinya dikenal sebagai adsorpsi (Giyatmi, 2008).

Ada 2 (dua) jenis adsorpsi yaitu, adsorpsi fisika dan adsorpsi kimia.

1. *Physisorption* (adsorpsi fisika)
Terjadi karena gaya *Van der Waals* dimana ketika gaya tarik molekul antara larutan dan permukaan media lebih besar daripada gaya tarik substansi terlarut dan larutan,

maka substansi terlarut akan diadsorpsi oleh permukaan media

2. *Chemisorption* (adsorpsi kimia)

Chemisorption terjadi ketika terbentuknya ikatan kimia antara substansi terlarut dalam larutan dengan molekul dalam media. *Chemisorpsi* terjadi diawali dengan adsorpsi fisik, yaitu partikel-partikel adsorbat mendekati ke permukaan adsorben melalui gaya *Van der Waals* atau melalui ikatan hidrogen

Air lindi (*Leachate*) merupakan cairan yang merembes dari *Landfill* yang membawa materi terlarut atau tersuspensi terutama hasil proses dekomposisi (Damanhuri,2010). Air lindi dapat meresap ke dalam tanah yang menyebabkan pencemaran tanah dan air tanah secara langsung karena dalam air lindi terdapat berbagai senyawa kimia organik dan anorganik serta sejumlah patogen (Susanto,2014).

Industri Pulp dan kertas diketahui sebagai penghasil limbah padat yang jumlahnya cukup besar berasal dari berbagai unit produksi diantaranya, meliputi bahan sisa (*Residu*) dari *Wood Handling Plant* seperti kulit kayu dan serbuk kayu. Bahan sisa dan limbah padat dari Departement *Recausticizing & Lime Kiln* seperti kapur dan *dreg*. Limbah padat abu hasil pembakaran dari *Power Boiler* dan *Bark Gasifier* yang dikenal sebagai *fly ash* dan *Bottom ash* serta limbah *sludge* dan biosludge dari unit pengolahan limbah yaitu *Effluent Treatment Plant* (ETP) yang kemudian dikirim ke *Landfill*.

Logam didalam air biasanya berikatan menjadi senyawa kimia atau dalam bentuk logam ion, bergantung pada tempat logam tersebut berada. Tingkat kandungan logam pada setiap tempat sangat bervariasi tergantung pada lokasi dan tingkat pencemarannya (Darmono,2001).

Mangan merupakan salah satu dari logam berat beracun apabila memiliki konsentrasi yang terlalu tinggi. Pencemaran logam mangan berasal dari bahan zat aktif di dalam batu baterai yang telah habis digunakan dan dibuang ke sungai (Palar,1994). Selain itu sumber pencemaran logam mangan juga berasal dari pertambangan, saluran tambang atom, kerja mikroba terhadap mineral mangan pada pH rendah (Manahan,1994).

2. Metode Penelitian

Metodologi yang digunakan yaitu melakukan penelitian secara langsung berupa pengujian karakteristik air lindi (*Leachate*) dan melakukan percobaan pembuatan karbon aktif dari kulit kayu (*Bark*), kemudian dilakukan proses aktivasi menggunakan larutan NaOH dan H₂SO₄ dan dilakukan pengujian kadar abu dan kadar air pada karbon aktif yang sudah jadi serta pengujian daya serap kadar logam Mangan (Mn) pada air lindi yang telah di kontak dengan karbon aktif yang telah diaktivasi. Sedangkan data- data yang diperoleh berasal dari :

a. Studi Pustaka

Studi pustaka ini dilakukan agar lebih memahami teori-teori yang berkaitan dengan pembuatan karbon aktif dari kulit kayu (*Bark*), zat aktivator yang digunakan serta cara pengujian yang dilakukan agar dapat menghasilkan hasil yang optimal.

b. Studi Lapangan

Studi Lapangan dilakukan sebagai observasi awal yang dilakukan Pabrik *Pulp* dan kertas untuk mencari data dan informasi yang berkaitan dengan kulit kayu (*Bark*) yang merupakan produk samping dari departemen *Wood Handling Plant* dan air lindi (*Leachate*) yang berasal dari *Landfill*.

c. Diskusi

Melakukan diskusi dengan pembimbing lapangan serta karyawan yang ada di Pabrik *Pulp* dan kertas yang berhubungan dengan pemanfaatn kulit kayu (*Bark*) menjadi karbon aktif sebagai adsorben.

3. Hasil dan Pembahasan

Setelah dilakukan penelitian dan pengumpulan data, maka dilakukan pengolahan dan analisis data tersebut. Pada bab ini disajikan data-data hasil penelitian yang telah diolah dalam bentuk tabel dan grafik, serta pembahasan mengenai hasil penelitian yang telah dilakukan.

3.1 Hasil Pengujian Karbon Aktif

Pengujian karbon aktif yang dibuat dari kulit kayu, dilakukan agar diperoleh karbon aktif yang memenuhi Syarat Mutu Karbon Aktif (SII No. 0258-88). Pengujian yang telah dilakukan meliputi pengujian kadar air dan pengujian kadar abu.

3.1.1 Hasil Pengujian Kadar Air

Pengujian kadar air dilakukan dengan menimbang sampel sebanyak $\pm 1,00$ gram

yang telah diaktivasi menggunakan H_2SO_4 , NaOH dan Non-aktivasi yang telah dikeringkan. Sampel dilakukan pengujian kadar air dengan variasi waktu 1 jam dan 2 dan diperoleh hasil seperti pada tabel di bawah ini,

Tabel 3.1 Hasil pengujian Kadar Air

Sampel	Waktu Oven	
	1 jam	2 jam
Non-aktivasi	0,97%	0,95%
H_2SO_4 (20gr:100 ml)	0,97%	0,95%
H_2SO_4 (50gr:200 ml)	0,94%	0,93%
H_2SO_4 (70gr:300 ml)	0,92%	0,89%
NaOH (20gr:100 ml)	0,94%	0,93%
NaOH (50gr:200 ml)	0,93%	0,91%
NaOH (70gr:300 ml)	0,88%	0,87%

Berdasarkan tabel 3.1 diatas dapat diketahui bahwa nilai kadar air terendah sebesar 0,87% yang diaktivasi menggunakan NaOH dengan komposisi 70 gram kulit kayu : 100 ml NaOH dengan waktu oven selama 2 jam. Sedangkan kadar air tertinggi adalah karbon aktif Non-Aktivasi sebesar 0,97 % dengan waktu oven selama 1 jam dan 0,95 % dengan waktu oven selama 2 jam, namun masih sesuai dengan Syarat Mutu Karbon Aktif (SII No. 0258-88) yaitu maksimal 4,5%.

Tingginya nilai kadar air pada karbon aktif Non-Aktivasi disebabkan oleh tidak adanya proses aktivasi menggunakan bahan kimia, Sedangkan proses aktivasi akan menambah atau mengembangkan volume pori-pori dan memperbesar diameter pori-pori yang telah terbentuk pada proses karbonisasi dan membuat beberapa pori-pori baru. Tingginya nilai kadar air karbon aktif Non-Aktivasi disebabkan oleh kurang maksimalnya pengeringan setelah proses perendaman.

Tujuan adanya pengujian kadar air ini adalah untuk mengetahui sifat higroskopis dari karbon aktif dari kulit kayu tersebut. Dengan adanya pengujian kadar air ini dapat diketahui seberapa banyak air yang dapat teruapkan agar air yang terikat pada karbon aktif tidak

menutup pori-pori dari karbon aktif itu sendiri. Pori- pori karbon aktif akan semakin besar apabila molekul air yang ada pada karbon aktif tersebut hilang, semakin besar pori- pori karbon aktif maka luas permukaan karbon katif juga semakin bertambah. (Sembiring,2003)

3.1.2 Hasil Pengujian Kadar Abu

Tabel 3.2 Hasil pengujian Kadar Abu

Sampel	Waktu Oven	
	1 jam	2 jam
Non-aktivasi	0,98%	1,24%
H_2SO_4 (20gr:100 ml)	0,89%	0,98%
H_2SO_4 (50gr:200 ml)	0,87%	0,53%
H_2SO_4 (70gr:300 ml)	0,79%	0,93%
NaOH (20gr:100 ml)	0,91%	1,23%
NaOH (50gr:200 ml)	0,893%	1,12%
NaOH (70gr:300 ml)	0,86%	0,99%

Berdasarkan tabel 3.2 dapat diperoleh nilai kadar abu terendah sebesar 0,79 % dengan komposisi sebanyak 70 gram kulit kayu dan 300 ml larutan H_2SO_4 dengan waktu *furnance* selama 1 jam dengan suhu 500°C. Sedangkan nilai kadar abu tertinggi adalah karbon aktif Non-Aktivasi sebesar 1,24 % dan 1,23 % yang diaktivasi menggunakan NaOH dengan komposisi 20 gram kulit kayu : 100 ml larutan NaOH dengan waktu *furnance* selama 2 jam, namun masih memenuhi Syarat Mutu Karbon Aktif (SII No. 0258-88) yaitu maksimal 2,5%.

Semakin kecil nilai kadar abu maka akan semakin baik daya serap dari karbon aktif, sedangkan sebaliknya kadar abu yang besar dapat mengurangi daya serap dari karbon aktif tersebut. (Kristianto,2017). Kadar abu merupakan sisa mineral yang tertinggal pada saat proses karbonisasi, karena kulit kayu sebagai bahan dasar pembuatan karbon aktif tidak hanya mengandung senyawa karbon akan tetapi mengandung beberapa mineral, dimana dalam hal ini sebagian mineral telah hilang pada saat proses karbonisasi dan aktivasi, dan yang sebagian lagi diperkirakan masih tertinggal didalam karbon aktif tersebut. Tingginya nilai kadar abu karbon aktif

Non-aktivasi dikarenakan masih banyak mineral-mineral yang tertinggal.(Herlandien ,2016).

Nilai kadar abu sangat berpengaruh pada kualitas dari karbon aktif itu sendiri, keberadaan kadar abu yang berlebih akan menyebabkan terjadinya penyumbatan pori-pori karbon aktif sehingga luas permukaan dari karbon aktif menjadi berkurang. Tingginya kadar abu yang dihasilkan akan mengurangi daya serap karbon aktif, karena pori-pori karbon aktif terisi oleh mineral-mineral logam lain seperti magnesium ,kalsium, dan kalium. Tingginya nilai kadar abu bisa menunjukkan adanya proses oksidasi lebih lanjut terutama terjadi pada partikel halus yang dikarenakan oleh tingginya suhu pada saat proses karbonisasi. (Chairul Abdi,2015).

3.2 Hasil Pengujian Karakterisasi Air Lindi (*Leachate*)

Tabel 3.3 Hasil Pengujian Karakterisasi Air Lindi (*Leachate*)

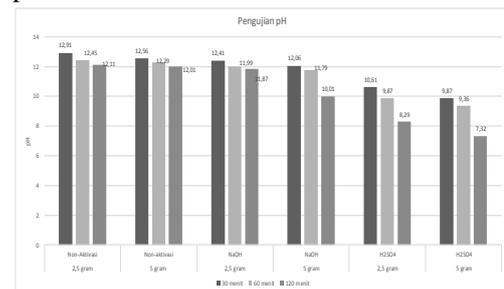
Sampel	Standar Menlhk 2016	Air Lindi	Rata-rata
pH	6 – 9	12,68 11,98 12,69	12,45
Total Dissolved Solid (TDS)	2000 mg/l	2241 2322 2179	2247
Chemical Oxygen Demand (COD)	100 mg/l	1117 1127 1212	1152
Biochemical Oxygen Demand (BOD)	50 mg/l	73 69 75	72
Kadar Mangan (Mn)	2 mg/l	34 21 25	26

Dari table 3.3 dapat diketahui bahwa terdapat parameter yang masih belum sesuai dengan standar yang telah digunakan, seperti nilai pH setelah dilakukan karakterisasi diperoleh sebesar 12,45, nilai Total Dissolved Solid (TDS) sebesar 2247 mg/l, nilai Chemical Oxygen Demand (COD) sebesar 1152 mg/l, nilai Biochemical Oxygen Demand (BOD) sebesar 72 mg/l dan nilai kadar Mangan (Mn) sebesar 26 mg/l. Keberadaan air lindi (*Leachate*) yang

belum sesuai dengan standar akan sangat membahayakan kesehatan dan lingkungan. Hal tersebut dikarenakan di dalam air lindi terkandung mikroba patogen dan logam berat. Unsur pencemar yang masuk ke badan air yang berasal dari air lindi akan memberikan dampak negatif terhadap kualitas dari badan air tersebut.

3.3 Hasil pengujian pH

pH (*Power of Hydrogen*) merupakan derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasahan pada suatu larutan



Gambar 3.1 Grafik hubungan antara waktu kontak dan massa adsorben terhadap nilai pH

Berdasarkan grafik 3.1 dari hasil pengujian pH karbon aktif dapat dilihat bahwa nilai pH tertinggi diperoleh dari pengujian karbon aktif non- aktivasi dengan waktu kontak selama 30 menit sebesar 12,65 dengan massa karbon aktif non- aktivasi sebanyak 2,5 gram, itu artinya penggunaan karbon aktif non- aktivasi belum bisa mencapai pH normal sesuai dengan standar pH pada air lindi (*Leachate*) tersebut. Untuk pengujian nilai pH yang diaktivasi menggunakan zat aktivator NaOH tidak mengalami penurunan, hal ini dikarenakan NaOH bersifat basa sedangkan pH air lindi (*Leachate*) tersebut juga bersifat basa.

Sedangkan untuk pengujian pH yang diaktivasi menggunakan aktivator H₂SO₄ mengalami penurunan, pH awal air lindi (*Leachate*) basa yaitu 12,45 ketika dilakukan pengujian dengan penambahan adsorben dari kulit kayu yang diaktivasi menggunakan H₂SO₄ mengalami penurunan yang signifikan yaitu pada waktu kontak antara karbon aktif dan air lindi (*Leachate*) selama 120 menit sebesar 7,32 dengan massa adsorben sebanyak 5 gram. Penurunan nilai pH yang awalnya basa ketika dikontakan dengan H₂SO₄ menjadi netral karena H₂SO₄ bersifat asam, dan H₂SO₄ termasuk dalam asam kuat karena memiliki jumlah ion H⁺ didalam larutannya. Semakin banyak jumlah ion H⁺ maka akan semakin kuat asam. H₂SO₄ adalah asam yang

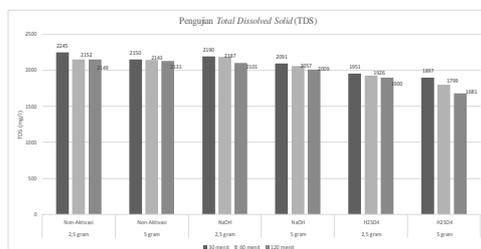
mengion sempurna di dalam air menghasilkan ion H^+ dan SO_4^{2-} .

Adanya penggunaan bahan-bahan pengaktif atau aktivator berfungsi untuk mendegradasi molekul organik selama proses karbonisasi, membatasi pembentukan tar, membantu dekomposisi senyawa organik pada aktivasi berikutnya, dehidrasi air yang terjebak dalam rongga- rongga karbon membantu menghilangkan endapan hidrokarbon yang dihasilkan saat proses karbonisasi dan melindungi permukaan karbon hingga kemungkinan terjadinya oksidasi dapat dikurangi. (Manocha,2003).

Pengaruh aktivasi karbon aktif menggunakan larutan H_2SO_4 yang memang bersifat asam membuat karbon aktif memiliki kemasaman lebih asam dibandingkan dengan larutan NaOH, sehingga karbon aktif yang diaktivasi menggunakan H_2SO_4 mampu menurunkan tingginya nilai pH pada air lindi. (Chairul Abdi,2015). Air dengan nilai pH kurang dari 6 dapat menimbulkan rasa tidak enak dan menyebabkan beberapa bahan kimia menjadi beracun, sedangkan air dengan pH tinggi (basa) dapat mengganggu pencernaan. (Raini,2004). pH air dengan tingkat kebasahan yang terlalu tinggi dapat menyebabkan unsur-unsur logam yang terkandung dalam air larut, sehingga menyebabkan nilai COD meningkat dan kandungan oksigen terlarut (DO) dalam air menurun.

3.4 Hasil Pengujian Total Dissolved Solid (TDS)

Pengujian konduktivitas dilakukan untuk mengetahui jumlah ion maupun konsentrasi padatan (*Total Dissolved Solid /TDS*) yang terlarut di dalamnya. Dari pengujian nilai konduktivitas pada air lindi (*Leachate*), diperoleh data sebagai berikut:



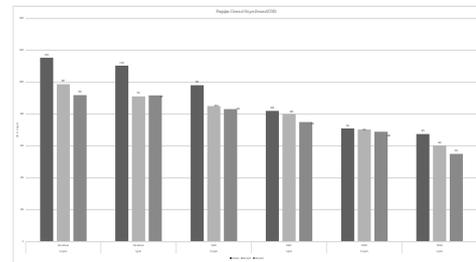
Gambar 3.2 Grafik Hubungan Antara Waktu Kontak dan Massa Adsorben Terhadap Nilai TDS.

Dari grafik 3.2 dapat diketahui bahwa nilai *Total Dissolved Solid* (TDS) awal air lindi sebesar 2247 mg/l. Nilai

TDS sampel uji terus mengalami penurunan seiring dengan penambahan massa adsorben dan waktu kontak pada saat di *magnetic stirrer*. Penurunan nilai TDS yang paling signifikan sebesar 1681 dengan penambahan massa adsorben yang diaktivasi menggunakan zat aktivator berupa H_2SO_4 sebanyak 5 gram dan waktu kontak pada saat di *magnetic stirrer* selama 120 menit.

3.5 Hasil Pengujian Chemical Oxygen Demand (COD)

Pengujian nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) ini dilakukan untuk menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan. Dari pengujian nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada air lindi diperoleh data sebagai berikut:



Grafik 3.3 Hubungan antara waktu kontak dan massa adsorben terhadap COD

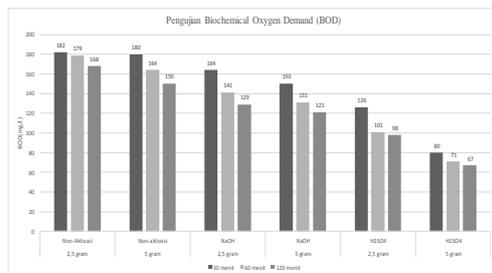
Dari grafik 3.3 dapat diketahui bahwa pada nilai COD tertinggi yaitu pada penambahan karbon aktif non-aktivasi sebanyak 2,5 gram sebesar 1153 mg/l. Sedangkan penambahan karbon aktif yang diaktivasi menggunakan H_2SO_4 mengalami penurunan yang signifikan pada waktu kontak selama 120 menit sebesar 551 mg/l dengan massa adsorben sebanyak 5 gram. Hal ini dikarenakan fungsi dari karbon aktif sebagai penyerap (adsorpsi).

Meskipun penambahan karbon aktif yang telah diaktivasi menggunakan H_2SO_4 masih belum sesuai dengan standar ijin Landfill SK No.228 Menlhk 2016 yaitu sebesar 100 mg/l akan tetapi karbon aktif yang diaktivasi menggunakan H_2SO_4 bisa mengurangi tingginya nilai COD pada air lindi dengan pengujian awal sebesar 1204 mg/l. Tingginya nilai COD pada air lindi akan memberikan pengaruh terhadap menurunnya kandungan oksigen terlarut *Dissolve Oksigen* (DO) sehingga akan berpengaruh terhadap kualitas dari air tanah tersebut.

Nilai COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air. Akibat kandungan COD yang berlebihan pada air tanah akan sama halnya dengan kandungan BOD yaitu akan berpengaruh terhadap menurunnya kandungan oksigen terlarut (DO) dan akan berpengaruh terhadap kualitas airnya. (Achmad,2004)

3.6 Hasil Pengujian Biochemical Oxygen Demand (BOD)

Pengujian *Biochemical Oxygen Demand* (BOD) bertujuan untuk mengetahui jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik. Dari pengujian BOD diperoleh data sebagai berikut:



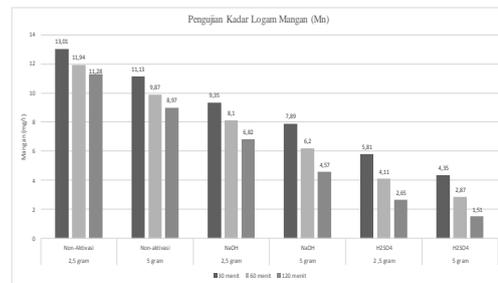
Gambar 3.4 Pengaruh waktu kontak dan massa adsorben terhadap nilai BOD

Berdasarkan grafik 3.4 pengujian diatas diketahui bahwa nilai BOD tertinggi yaitu penambahan yang menggunakan karbon aktif Non-aktivasi dengan massa adsorben 2,5 sebesar 182 mg/l. Sedangkan untuk nilai BOD terendah pada saat penambahan H₂SO₄ sebanyak 5 gram dengan waktu kontak 120 menit sebesar 67 mg/l.

Tingginya nilai BOD menandakan tingginya bahan organik *biodegradable* yang menjadi beban perairan yang telah teroksidasi secara biologis. Nilai BOD yang tinggi juga menandakan bahwa kandungan oksigen yang terlarut di dalam air sangat sedikit, dengan sedikitnya kandungan oksigen di dalam air maka akan mengakibatkan terganggunya kehidupan organisme dan mikroorganisme aerobik sehingga tidak bisa hidup dan berkembang biak dengan baik. Sedangkan mikroorganisme anaerob akan lebih aktif dalam memecah bahan-bahan anaerob. (Hariyadi,2001)

3.7 Hasil pengujian Penyerapan Kadar Mangan (Mn)

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan dari karbon aktif yang telah dibuat dari kulit kayu (*Bark*) sebagai adsorben dan untuk melihat jumlah logam Mangan yang tersisa di dalam air lindi. Pengujian penyerapan kadar Mangan (Mn) dilakukan karena nilai logam Mangan (Mn) air lindi (*Leachate*) masih belum sesuai dengan standar, sehingga dilakukan pengujian penyerapan kadar logam Mangan (Mn) agar sesuai dengan standar standar ijin Landfill SK No.228 Menlhk 2016 yaitu sebesar 2 mg/l. Pada pengujian penyerapan kadar logam Mangan (Mn) ini menggunakan karbon aktif Non-Aktivasi dan yang diaktivasi menggunakan larutan H₂SO₄ dan NaOH. Hasil pengujian penyerapan kadar logam Mangan (Mn) dapat dilihat pada tabel dibawah ini,



Gambar 3.5 Efektivitas penurunan kandungan Mangan (Mn) pada Air Lindi

Berdasarkan grafik 3.5 pengujian penyerapan kadar Mangan (Mn) menggunakan karbon aktif dapat dilihat bahwa kandungan logam Mangan tertinggi ada pada penambahan karbon aktif Non-aktivasi baik itu yang 2,5 gram dan 5 gram. Pada penambahan karbon aktif Non-aktivasi dengan massa adsorben sebanyak 2,5 gram dengan waktu kontak 30 menit, 60 menit dan 120 menit diperoleh nilai kandungan Mangan (Mn) yang tersisa sebesar 13,01 mg/l , 11,94 mg/l dan 11,28 mg/l. Sedangkan penambahan karbon aktif Non-aktivasi dengan massa adsorben sebanyak 5 gram dengan waktu kontak 30 menit, 60 menit dan 120 menit adalah 11,13 mg/l, 9,87 mg/l, dan 11,28 mg/l.

Penurunan kadar Mangan (Mn) dengan penurunan yang signifikan ada pada penambahan karbon aktif yang diaktivasi menggunakan H₂SO₄ dengan massa adsorben sebanyak 5 gram sebesar 1,51 mg/l dengan waktu kontak selama 120 menit. Pada penelitian (Herlandien,2016) yang menggunakan waktu kontak selama 15 menit,

30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit dan 150 menit diperoleh waktu kontak yang paling optimal untuk menyerap kandungan logam Mangan (Mn) adalah 120 menit. Pada waktu kontak selama 150 menit karbon aktif mengalami kejenuhan sehingga tidak mampu menyerap kadar logam Mangan (Mn). Pada hasil penelitian diperoleh kandungan logam Mangan (Mn) yang semakin menurun seiring dengan lamanya waktu kontak dan banyaknya adsorben yang ditambahkan. Hal ini dikarenakan adanya proses adsorpsi ion logam yang dilakukan oleh karbon aktif.

Penurunan kandungan logam Mangan (Mn) terjadi sebelum karbon aktif mengalami kejenuhan yaitu mencapai keadaan dimana karbon aktif tidak mampu lagi menyerap kandungan logam Mangan (Mn) pada air lindi tersebut.

Proses adsorpsi yang terjadi yaitu adsorpsi fisika (*physisorption*) terjadi karena adanya gaya *Van Der Waals*, dimana terjadi gaya tarik menarik antar molekul ion atau pertukaran ion antara larutan dan permukaan media lebih besar daripada gaya tarik substansi terlarut dan larutan, maka substansi terlarut akan diadsorpsi oleh permukaan media. Adsorpsi fisika ini memiliki gaya tarik *Van Der Waals* yang kekuatannya relatif lebih kecil. Selain itu penggunaan larutan H_2SO_4 yang digunakan sebagai aktivator berfungsi sebagai agen pelarut mineral organik sisa dari pembakaran, sehingga menyebabkan terbukanya pori-pori karbon aktif. Karbon aktif yang digunakan diaktivasi secara kimia yang merupakan proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik dengan pemakaian bahan-bahan kimia (Sembiring, 2003).

Adanya proses aktivasi berfungsi untuk mendegradasi atau penghidrasi molekul organik selama proses karbonisasi, membatasi pembentukan tar, membantu dekomposisi senyawa organik pada aktivasi berikutnya, dehidrasi air yang terjebak dalam rongga-rongga karbon, membantu menghilangkan endapan hidrokarbon yang dihasilkan saat proses karbonisasi dan melindungi permukaan karbon sehingga kemungkinan terjadinya oksidasi dapat dikurangi. (Manocha, 2003)

4. Kesimpulan

Dari hasil analisis dan pembahasan data penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut,

1. Kualitas Karbon aktif yang dibuat dari kulit kayu (*bark*) memiliki kadar air terendah sebesar 0,87 % yang diaktivasi menggunakan NaOH dengan komposisi 70 gram kulit kayu : 300 ml larutan NaOH dengan waktu oven selama 2 jam untuk standar SII NO.0258-88 nilai kadar air Maksimal 4,5%.. Sedangkan untuk nilai kadar abu diperoleh nilai kadar abu sebesar 0,79 % dengan komposisi sebanyak 70 gram kulit kayu: 300 ml larutan H_2SO_4 dengan waktu *furnance* selama 1 jam pada suhu $500^\circ C$ masih sesuai dengan standar SII NO.0258-88 dengan kadar abu maksimal 2,5%.
2. Variasi waktu kontak memiliki pengaruh terhadap penyerapan kadar logam Mangan (Mn) di dalam air lindi (*Leachate*). Tidak hanya itu, pengujian nilai pH, TDS, COD dan BOD dengan waktu kontak yang paling efektif adalah 120 menit. Semakin lama waktu kontak antara karbon aktif dan air lindi (*Leachate*) maka semakin optimal proses adsorpsinya.
3. Proses penyerapan kandungan logam Mangan (Mn) yang paling signifikan adalah menggunakan karbon aktif yang diaktivasi menggunakan H_2SO_4 dengan massa adsorben sebanyak 5 gram dan diperoleh hasil penurunan kandungan logam Mangan (Mn) pada air lindi yang tersisa sebesar 1,51 mg/l dengan waktu kontak selama 120 menit.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak PT Pabrik Kertas yang telah membantu dalam berlangsungnya penelitian ini dan semua pihak di Institut Teknologi Sains Bandung yang telah membantu sehingga penelitian ini dapat terselesaikan.

5. Daftar Pustaka

- Achmad, R. (2004). *Kimia Lingkungan*. Jakarta : ANDI Yogyakarta.
- Chairul Abdi, Riza Miftahul Khair dan M. Wahyuddin Saputra, 2015. *Pemanfaatan Limbah Kulit Pisang Kpok (Musa Acuminata L) sebagai Karbon Aktif untuk Pengolahan Air Sumur Kota Banjar Baru: Fe dan Mn*. Jurnal Teknologi Lingkungan.

- Damanhuri, E. d. (2010). *Pengelolaan Sampah Program of Environment Engineer. Facility of Civil and Environment Engineer*. Bandung Institute of Technology :Bandung.
- Darmono.(2001). Lingkungan Hidup dan Pencemaran : Hubungan dengan Toksiologi Senyawa Logam. Universitas Indonesia. Jakarta.
- G.A Smook.(1982). *Handbook for Pulp and Paper Technologist*. Joint Textbook Committee of The Paper Industry,Canadian Pulp and Paper Association: Montreal,Quebec Canada.
- Giyatmi.(2008).*Penurunan Kadar Cu,Cr, dan Ag Dalam Limbah Cair Industri Perak di Kotagede Setelah Diadsorpsi Dengan Tanah Liat Dari Daerah Godean*. Yoyakarta : Seminar Nasional SDM Teknologi Nuklir.
- Hariyadi, S. (2001). *Teknik Sampling Kualitas Air* . Jakarta: Badan Pengendalian Dampak Lingkungan Daerah Pemerintah Provinsi DKI. Jakarta.
- Herlandien,. Y. (2016).*Pemanfaatan Arang Aktif Sebagai Absorban Logam Berat Dalam Air Lindi Di Tpa Pakusari Jember*. Jember : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam :Universitas Jember
- Kristianto,H. (2017). *Review Sintesis Karbon Aktif dengan Menggunakan Aktivasi Kimia $ZnCl_2$* . *Jurnal Integrasi Proses* 6(3), 104-111.
- Manahan, S.C., (1994). *Environmental Chemistry*. 6th edition, Willard Grand Press, Boston.
- Manocha, S.M. (2003). Porous Carbons. *Sadhana* 28 : 335-348
- Palar H. 1994. *Pengertian Logam Berat*. Jakarta, Rineka Cipta.
- Raini, M. (2004). *Kualitas Fisik dan Kimia Air PAM DKI Jakarta*. Cermin Dunia Kedokteran
- Sembiring, T. M. (2003). *Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya)*. Laporan Penelitian. Fakultas Teknik Industri. Universitas Sumatera Utara : Sumatera Utara.
- Susanto, P. J., Ganefati P. S., Muryani, S., dan Istiqomah, H. S., (2014).*Pengolahan Lindi (Leachate) dari TPA dengan Menggunakan Sistem Koagulasi – Biofilter Anaerobic*. *Jurnal Tek.Ling - P3TL – BPPT* Vol. 5, Hal. 167 – 173.