

## UJI KINERJA ADSORPSI ION NIKEL DENGAN KARBON BERPORI DARI SERBUK GERGAJI KAYU MLANDING (PETAI CINA) YANG TELAH DIOKSIDASI DENGAN HIDROGEN

Chici Wardiani Prasongko<sup>1\*</sup>, Teguh Ariyanto<sup>2</sup> dan Chandra Wahyu Purnomo<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Gadjah Mada  
 Jalan Grafika No. 2 Kampus UGM, Yogyakarta, 55281

<sup>2</sup>Material and Sustainable Mineral Processing Research Group, Universitas Gadjah Mada,  
 Yogyakarta, 55281

<sup>3</sup>Pusat Inovasi Agroteknologi, PIAT UGM, Berbah Sleman, Yogyakarta

\*email: chici.wardiani.p@mail.ugm.ac.id

**ABSTRAK.** Penelitian ini dilakukan untuk mempelajari perubahan gugus fungsi dari karbon berpori yang disintesis dari serbuk gergaji kayu mlanding atau petai cina setelah dioksidasi dengan  $H_2O_2$  pada variasi suhu  $30^\circ C$ ,  $60^\circ C$ , dan  $80^\circ C$ . Selain itu, penelitian ini juga dilakukan untuk mempelajari pengaruh karbon berpori setelah dioksidasi terhadap adsorpsi ion nikel. Percobaan adsorpsi dilakukan dengan menggunakan larutan *Hexamine Nickel (II) Nitrate*  $[Ni(NH_3)_6](NO_3)_2$  yang disintesis dengan cara menambahkan *Nickel (II) Nitrat Heksahidrat* (>99,9%, Merck) ke larutan Ammonia (25wt%, Merck). Larutan nikel digoyang selama 48 jam dengan menggunakan *shaker waterbath* pada variasi suhu yaitu  $30^\circ C$ ,  $40^\circ C$ , dan  $60^\circ C$ . Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa oksidasi karbon berpori akan meningkatkan gugus fungsi dalam karbon berpori seperti lakton, karboksil, dan fenol. Untuk adsorpsi ion nikel oleh karbon berpori dari serbuk kayu mlanding mengikuti pola isotherm Langmuir dan menunjukkan kinerja yang lebih baik untuk menyerap ion nikel dalam larutan dibandingkan dengan karbon yang tidak teroksidasi.

Kata kunci: Serbuk kayu mlanding, karbon berpori, oksidasi, adsorpsi, ion nikel.

**ABSTRACT.** This research was conducted to study changes in functional groups from porous carbon synthesized from mlanding or petai sawdust after being oxidized with  $H_2O_2$  at variations in temperatures of  $30^\circ C$ ,  $60^\circ C$ , and  $80^\circ C$ . In addition, this research was also carried out to study the effect of porous carbon after oxidation of nickel ion adsorption. Adsorption experiments were carried out using a solution of *Hexamine Nickel (II) Nitrate*  $[Ni(NH_3)_6](NO_3)_2$  synthesized by adding *Nickel (II) Nitrat Heksahidrat* (>99,9%, Merck) to Ammonia solution (25wt%, Merck). The nickel solution was shaken for 48 hours using a water bath shaker at a temperature variation of  $30^\circ C$ ,  $40^\circ C$ , and  $60^\circ C$ . The results of this study indicate that the oxidation of porous carbon will increase functional groups in porous carbon such as lactone, carboxyl, and phenol. For the adsorption of nickel ions by porous carbon from mlanding wood follows the Langmuir isotherm plot and shows better performance for absorbing nickel ions in solution compared to carbon that is not oxidized.

Keywords: Mlanding wood, porous carbon, oxidation, adsorption, nickel ion.

### PENDAHULUAN

Seiring dengan pesatnya perkembangan teknologi industry menyebabkan adanya polusi dan pencemaran air yang biasa disebut sebagai polutan. Berbagai upaya untuk

meminimalisir bahaya polutan dilakukan untuk mengurangi efek berbahaya bagi lingkungan dan makhluk hidup. Logam berat yang sukar terurai jika terakumulasi secara terus menerus dapat menyebabkan bahaya bila terkontaminasi dengan air karena sifatnya yang sangat

toksik. Sifat inilah yang menyebabkan keracunan secara akut dan kronis bahkan dapat menyebabkan kematian karena terakumulasi di dalam jaringan tubuh makhluk hidup (Adiningtyas dan Mulyono, 2016).

Nikel (Ni) termasuk logam berat yang berbahaya. Nikel umumnya digunakan dalam pelapisan logam. Konsentrasi dalam air limbah industri bervariasi antara 6-12 mg/L, sedangkan batas aman konsentrasi nikel dalam air yaitu 1 mg/L (Miaratiska dan Azizah, 2015). Hal ini berarti bahwa konsentrasi nikel dalam air limbah di atas batas aman dan dapat menyebabkan masalah pencemaran air bagi lingkungan.

Banyak metode yang telah digunakan untuk pengolahan air yang mengandung logam berat seperti proses elektrokimia (Zeppenfeld, 2011), reaksi berkatalis enzim (Arugula *et al.*, 2012), membran mikrofiltrasi dan nanofiltrasi (Widyasmara *et al.*, 2013), elektrodialisis (Kabay *et al.*, 2002), pertukaran ion (Kardjono, 2007), dan pengolahan air dengan menggunakan lumpur aktif. Namun, penggunaan metode-metode ini memerlukan biaya yang tinggi untuk instalasi, operasi, dan pemeliharannya (Rolence, 2014). Selain itu, pengolahan air dengan menggunakan bahan kimia seperti koagulasi dan klorinasi dapat menghasilkan produk dan residu dalam jumlah besar serta meningkatkan biaya pengolahannya. Hal ini dapat menyebabkan residu yang dihasilkan berkembang menjadi sumber polutan sekunder yang juga dapat mencemari lingkungan (Hasan dan Budi, 2015).

Adsorpsi merupakan proses fisik-kimiawi dimana adsorbat yaitu pencemar, terakumulasi di permukaan padatan yang disebut adsorben (Priadi *et al.*, 2014). Proses adsorpsi dipilih karena adsorpsi merupakan proses pemisahan kesetimbangan dan metode yang efektif untuk aplikasi proses dekontaminasi air (Dąbrowski, 2001). Adsorpsi juga merupakan metode yang lebih unggul daripada metode lain untuk proses *re-use of water* dari segi biaya awal, fleksibilitas, simplisitas desain, dan pengoprasiannya yang mudah serta tidak bersifat beracun

(Crini, 2006). Adsorpsi dengan menggunakan karbon berpori adalah salah satu metode utama yang dapat digunakan untuk pengolahan air limbah terkontaminasi logam berat.

Karbon berpori dapat dibuat dari berbagai bahan yang mengandung karbon baik bahan polimer alam dan sintesis (Rumidatul, 2006). Karbon berpori komersial biasanya terbuat dari bahan alam melalui proses pirolisis. Salah satu karbon berpori komersial yang banyak digunakan yaitu dari tempurung kelapa (*coconut shell*) yang tersedia secara komersil di pasaran. Selain itu karbon berpori yang dihasilkan dari arang tempurung kelapa memiliki mikropori yang banyak, luas permukaan besar, dan daya adsorpsi yang cukup tinggi (Adiningtyas dan Mulyono, 2016).

Salah satu bahan yang potensial untuk dikonversi menjadi karbon adalah karbon dari sebuk gergaji kayu mlanding atau petai cina. Pohon mlanding dapat tumbuh di segala macam tanah kecuali tanah lempung dan tergenang air (Praja and Oktarlina, 2016). Karbon berpori dari kayu mlanding memiliki sifat mesopori sehingga kemungkinan bagus untuk proses adsorpsi ion yang cenderung memiliki molekul besar dalam bentuk terhidrat.

Kemampuan adsorpsi karbon berpori tidak hanya ditentukan oleh porositas yakni luas permukaan maupun distribusi ukuran pori, tetapi juga ditentukan oleh gugus-gugus fungsi permukaan suatu karbon berpori. Porositas karbon berpori berpengaruh pada kapasitas adsorpsi sedangkan gugus fungsi permukaan berpengaruh pada interaksi dengan kepolaran adsorbat. Gugus fungsi pada permukaan karbon berpori tidak hanya dapat diidentifikasi ataupun dihitung secara kuantitas, melainkan gugus fungsi ini juga dapat dimodifikasi. Modifikasi gugus fungsi dapat dilakukan secara selektif untuk menghilangkan beberapa gugus fungsi tertentu dan sebaliknya untuk memasukkan gugus fungsi baru. Menurut studi yang telah dilakukan, performa adsorpsi karbon aktif dapat ditingkatkan 30-50% dengan cara memodifikasi gugus fungsi dan luas permukaan karbon. Salah satu cara

modifikasi yakni dengan melakukan oksidasi terhadap karbon berpori (Setyadhi et al., 2005).

Pada penelitian ini, karbon dimodifikasi dengan cara oksidasi pada berbagai suhu untuk meningkatkan performa adsorpsi. Bahan yang digunakan sebagai oksidator adalah hidrogen peroksida.

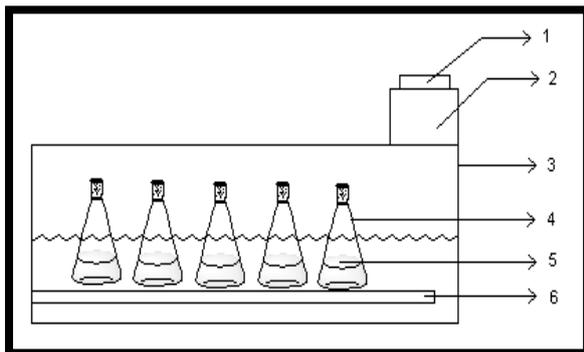
## METODOLOGI PENELITIAN

### Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Hexamine Nickel (II) Nitrate*  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6](\text{NO}_3)_2$  yang digunakan sebagai adsorbat yang disintesis dengan cara menambahkan *Nickel (II) Nitrat Heksahidrat* (>99,9%, Merck) ke larutan Ammonia (25wt%, Merck). Karbon berpori yang digunakan sebagai adsorbat yaitu tempurung kelapa dan kayu mlanding diperoleh dari pirolisis bahan di Laboratorium Polimer Tinggi, Departemen Teknik Kimia, UGM kemudian dioksidasi dengan Hidrogen Peroksida (30 wt%).

### Alat Penelitian

Rangkaian alat penelitian ditunjukkan dalam Gambar 1.



Keterangan :

1. Tombol pengatur suhu
2. *Thermostat*
3. *Waterbath*
4. Erlenmeyer 100 ml
5. Larutan sampel
6. *Shaker*

Gambar 1. Rangkaian Alat Penelitian

### Metode Penelitian

#### a. Oksidasi Karbon Berpori

Sebanyak 1 gram dari tiap karbon berpori dimasukkan ke dalam labu leher tiga yang berisi 50 ml larutan  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Labu leher tiga tersebut kemudian dimasukkan kedalam *oilbath* yang telah diatur suhunya  $30^\circ\text{C}$  lalu dibiarkan selama 3 jam. Karbon dalam larutan disaring dengan kertas saring *whatman42* setelah 3 jam dioksidasi, kemudian dilakukan pencucian dengan *aquadest* hangat. Karbon yang telah dicuci lalu dikeringkan dalam oven selama 2 hari pada suhu dibawah  $70^\circ\text{C}$ . Karbon berpori yang sudah dioksidasi kemudian dihancurkan dan diayak menjadi ukuran 30 mesh.

#### b. Adsorpsi Nikel

Percobaan adsorpsi dilakukan pada suhu kamar dengan menggunakan larutan *Hexamine Nickel (II) Nitrate*  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6](\text{NO}_3)_2$  yang disintesis dengan cara menambahkan *Nickel (II) Nitrat Heksahidrat* (>99,9%, Merck) ke larutan Ammonia (25wt%, Merck). Larutan disesuaikan dengan konsentrasi nikel 0,1-12  $\text{mg cm}^{-3}$  dan nilai pH sekitar 12,5. Untuk percobaan adsorpsi, 0,2 g karbon kering ditambahkan kedalam erlenmeyer yang mengandung 50 ml larutan nikel kemudian digoyang selama 48 jam dengan menggunakan alat *shaker* pada variasi suhu yaitu  $30^\circ\text{C}$ ,  $40^\circ\text{C}$ , dan  $60^\circ\text{C}$  di dalam *waterbath*. Setelah percobaan selesai, larutan diambil sebanyak 2 mL untuk diukur nilai konsentrasi larutan tersebut. Konsentrasi *Hexamine Nickel (II) Nitrate*  $[\text{Ni}(\text{NH}_3)_6](\text{NO}_3)_2$  dalam larutan diukur dengan menggunakan UV-Vis Spectrophotometer Shimadzu UV Mini 1240, diukur pada panjang gelombang 571 nm.

#### Metode Analisa

Karbon berpori baik sebelum dan sesudah proses oksidasi dianalisis secara kualitatif dan kuantitatif. Adapun analisis kualitatif dilakukan dengan menggunakan *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR) *Nicolet iS10* (Thermo Scientific USA), *Surface Area Analyzer* (SAA) *Quantachrome Nova 2000* dengan metode nitrogen sorpsi dan *Scanning Electron Microscope* (SEM) *JSM-6510LA*,

sementara analisis kuantitatif dilakukan dengan metode Titrasi Boehm.

Titration Boehm dilakukan dengan cara merendam MAC dalam larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> 0,001 N selama 24 jam. Dengan cara yang sama dilakukan untuk larutan Na<sub>2</sub>HCO<sub>3</sub> 0,001 N, NaOH 0,001 N dan HCl 0,001 N. MAC kemudian dipisahkan dari larutan. Larutan Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>HCO<sub>3</sub>, dan NaOH hasil pemisahan dititrasi balik dengan larutan HCl 0,001 N dan larutan HCl hasil pemisahan dititrasi balik dengan larutan NaOH 0,001 N. Percobaan diulangi dengan menggunakan karbon mlanding yang telah dioksidasi pada suhu 30°C, 60°C dan 80°C.

**HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh berbagai data hasil sehingga dapat diketahui karakteristik bahan beserta struktur porinya, kemudian diperoleh juga data karakteristik gugus bahan serta performa adsorpsi ion nikel.

**a. Karakteristik Karbon Berpori**

Karbon berpori dari kayu mlanding baik sebelum dan setelah dioksidasi, dianalisis *specific surface area* (SSA) menggunakan metode nitrogen sorpsi. Tabel 1 menunjukkan parameter pori dari karbon.

Tabel 1. Hasil analisis luas permukaan dengan metode nitrogen sorpsi

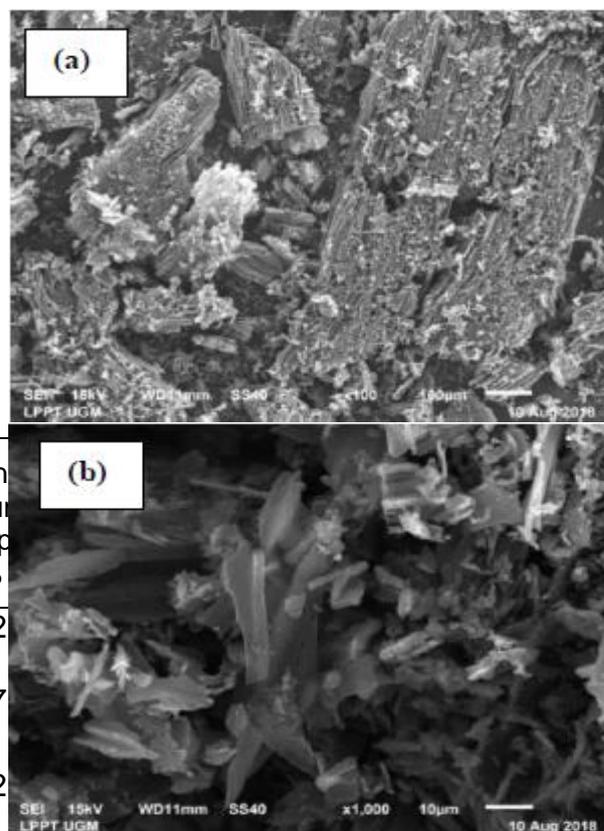
Jenis Karbon	SSA m <sup>2</sup> /g	Volum e Pori Total, cm <sup>3</sup> /g	Persentase SSA mikropori, %	Persen volu mikrop %
MAC	555	0.91	15	62
MAC 30°C	456	0.50	48	57
MAC 60°C	792	0.54	78	52
MAC 80°C	362	0.28	70	39

Dari hasil analisis dapat dilihat bahwa SSA dan persentase SSA mikropori

karbon berpori dari kayu mlanding sebelum dan setelah oksidasi pada suhu 60°C mengalami kenaikan. Sementara itu, luas permukaan akan turun dibandingkan sebelum oksidasi ketika oksidasi dilakukan pada suhu 80°C. Struktur mikropori dari MAC meningkat dikarenakan pembukaan pori baru setelah proses oksidasi sehingga menimbulkan luas permukaan spesifik yang lebih besar dan meningkatkan porositas (Liu et al., 2017). Akan tetapi oksidasi pada suhu yang terlalu tinggi akan merusak atau menghancurkan struktur makro dari MAC.

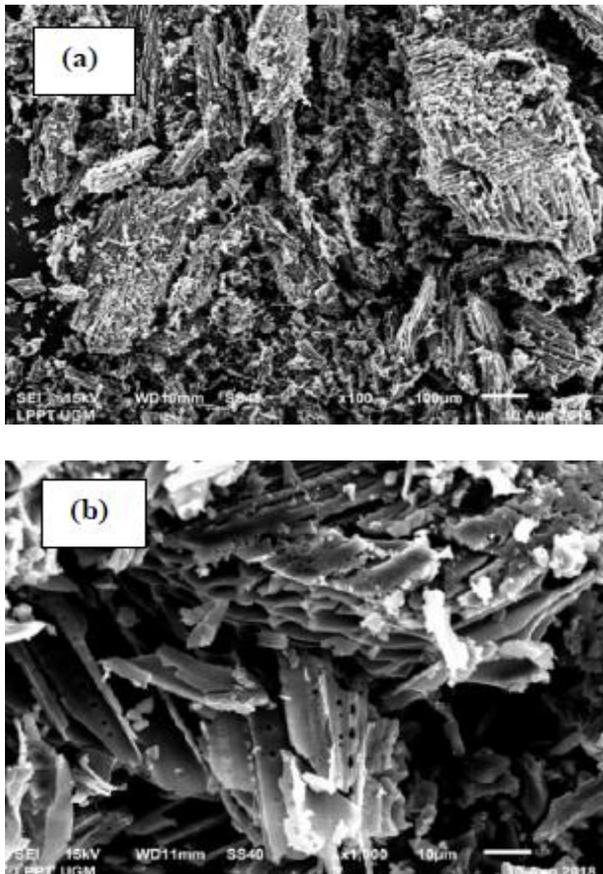
Sementara itu volum pori total dan presentase volum mesopori akan terus berkurang seiring kenaikan suhu oksidasi. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu oksidasi maka MAC akan semakin rapuh atau hancur.

Gambar 2 dan 3 menunjukkan struktur mikro MAC menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM).



Gambar 2. Hasil analisis struktur mikro MAC sebelum oksidasi dengan SEM(a) perbesaran 100x (b) perbesaran 1000x

Dari Gambar 2, dapat dilihat gambar struktur mikro pada permukaan MAC sebelum di oksidasi. Pada perbesaran 100x, terlihat permukaan karbon cukup kasar. Sedangkan pada perbesaran 1000x, butiran-butiran kecilnya tampak cukup halus dan tidak terlihat adanya *void*.



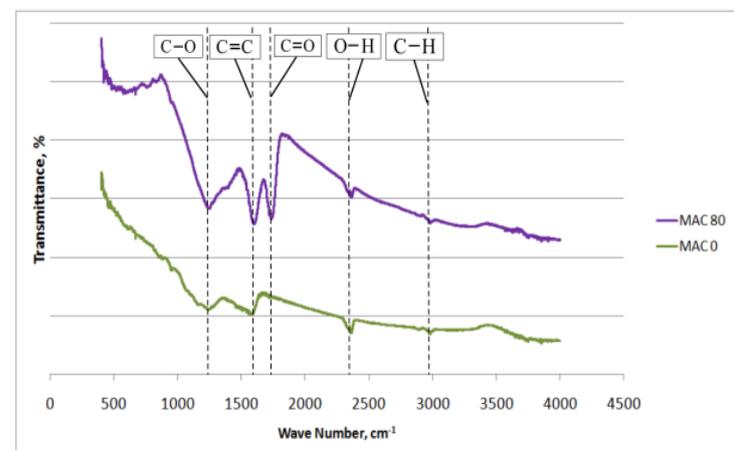
Gambar 3. Hasil analisis struktur mikro MAC setelah oksidasi suhu 800C dengan SEM (a) perbesaran 100x (b) perbesaran 1000x

Dari Gambar 3, dapat dilihat gambar struktur mikro pada permukaan MAC yang telah dioksidasi pada suhu 80°C. Pada perbesaran 100x, terlihat permukaan karbon menjadi semakin kasar dan terlihat semakin hancur. Sedangkan pada perbesaran 1000x, butiran-butiran kecilnya masih cukup halus namun terdapat banyak *void* yang muncul. Dibandingkan dengan MAC awal, permukaan MAC 80 tampak kasar dan tidak beraturan. Struktur porinya hancur, dan porositas meningkat. Hal ini disebabkan oleh efek dari peroksida di

pori-pori internal MAC akan mengoksidasi dinding karbon dan menyebabkan peningkatan ukuran pori.

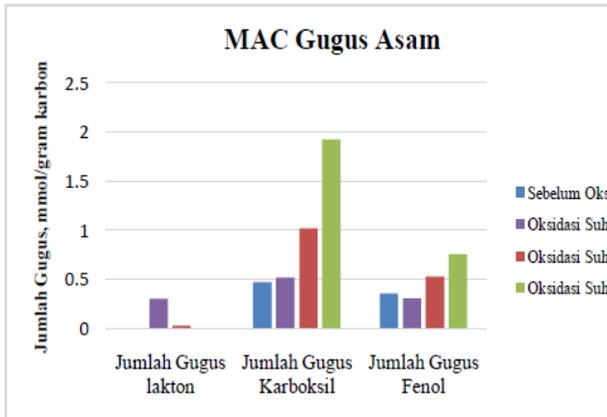
### b. Karakteristik Gugus Fungsi yang Dihasilkan

MAC dianalisis karakter gugusnya secara kualitatif dan kuantitatif. Secara kualitatif, MAC dianalisis dengan menggunakan *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy* (FTIR). Gambar 4 menunjukkan analisis gugus fungsi MAC dengan FTIR.



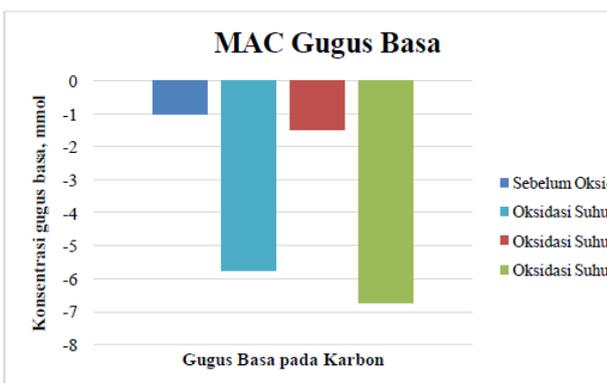
Gambar 4. Hasil analisis gugus fungsi MAC sebelum dan sesudah oksidasi suhu 80°C dengan FTIR

Dari Gambar 4, pada karbon sebelum dan sesudah oksidasi suhu 80°C ada gugus [C-O] tampak dari *wave number* sekitar 1300  $\text{cm}^{-1}$ , ada gugus [C=C] tampak dari *wave number* sekitar 1600  $\text{cm}^{-1}$ , ada gugus [O-H] tampak dari *wave number* sekitar 2400  $\text{cm}^{-1}$ , dan ada gugus [C-H] tampak dari *wave number* sekitar 3000  $\text{cm}^{-1}$ . Sementara itu pada karbon setelah oksidasi pada suhu 80°C, timbul puncak baru pada *wave number* sekitar 1700  $\text{cm}^{-1}$ , hal ini menunjukkan bahwa setelah oksidasi muncul gugus [C=O]. Dari Gambar 4 juga dapat dilihat bahwa sebelum oksidasi karbon telah mempunyai gugus [C=O] dan [OH], hal tersebut dapat dimengerti karena MAC berasal dari biomassa yang berupa selulosa dan banyak mengandung unsur oksigen.



Gambar 5. Hasil analisis gugus asam MAC sebelum dan sesudah oksidasi suhu 30°C, 60°C, dan 80°C dengan metode Titrasi Boehm

Dari Gambar 5, secara jelas terlihat bahwa ada perubahan jumlah gugus baik lakton, karboksil maupun fenol akibat adanya oksidasi pada MAC. Gugus lakton hanya bertambah sedikit pada oksidasi di suhu 30°C dan 60°C, sementara pada suhu 80°C tidak ada pengaruh sama sekali. Hal ini disebabkan karena oksidasi pada suhu tinggi memiliki kecenderungan menghasilkan gugus karboksil. Terlihat pada oksidasi 80°C gugus karboksil mengalami kenaikan sangat signifikan. Selanjutnya, untuk gugus fenol juga semakin bertambah ketika suhu oksidasi dinaikkan, akan tetapi turun pada oksidasi suhu 30°C.



Gambar 6. Hasil analisis gugus basa pada MAC sebelum dan sesudah oksidasi suhu 30°C, 60°C, dan 80°C dengan metode Titrasi Boehm

Dari Gambar 6, secara jelas terlihat bahwa ada perubahan jumlah gugus basa

akibat adanya oksidasi pada MAC. Gugus basa pada MAC akan semakin berkurang jika MAC dioksidasi. Pengurangan paling signifikan ketika dioksidasi pada suhu 80°C. Hal ini terjadi akibat gugus basa akan berubah menjadi gugus asam setelah dilakukan oksidasi. Oleh karena itu, oksidasi akan menambah jumlah gugus asam dan akan menurunkan jumlah gugus basa pada MAC.

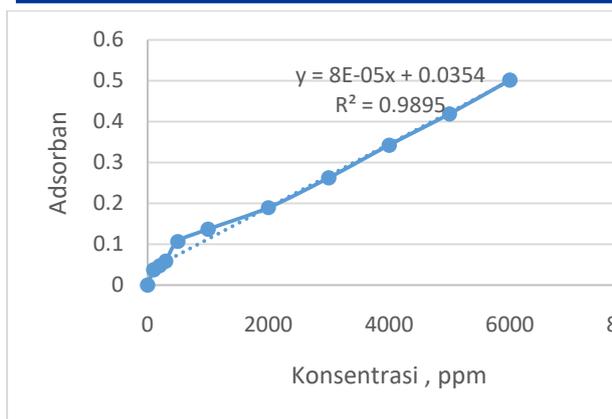
**c. Penentuan Kurva Kalibrasi**

Pembuatan kurva kalibrasi ini dimaksudkan untuk hubungan antara adsorban (y) dan konsentrasi larutan ion nikel (x) yang nantinya akan memberikan suatu nilai persamaan garis linear. Tabel 2 menunjukkan data percobaan kurva kalibrasi konsentrasi larutan ion nikel terhadap absorbansi pada panjang gelombang 571 nm.

Tabel 2. Data hasil percobaan pembuatan kurva kalibrasi adsorpsi ion nikel

Konsentrasi, ppm	Absorbansi
0	0
100	0.0373
200	0.0473
300	0.0585
500	0.1067
1000	0.1365
2000	0.1893
3000	0.2623
4000	0.3423
5000	0.4185
6000	0.5011

Dari data diatas dibuatlah grafik kurva kalibrasi yang nantinya akan digunakan untuk mencari konsentrasi ion nikel dalam cairan setelah diadsorpsi. Kurva kalibrasi dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 7. Kurva Kalibrasi Ion Nikel

Dari Gambar 7 diatas didapatkan nilai persamaan garis yaitu  $y = 0.00008x + 0.0354$  dengan nilai korelasi ( $R^2$ ) = 0.9895. Persamaan ini digunakan untuk penentuan konsentrasi larutan ion nikel yang akan diadsorpsi oleh serbuk kayu Mlanding (MAC) pada berbagai suhu.

#### d. Peforma Adsorpsi Ion Nikel

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, diperoleh berbagai data hasil sehingga dapat diketahui profil adsorpsi ion nikel oleh MAC sebagai fungsi konsentrasi. Distribusi kation logam berat pada saat kesetimbangan dalam adsorben dan larutan sangat penting untuk menentukan kapasitas adsorpsi maksimum. Beberapa model isotherm dapat digunakan untuk mendiskripsikan distribusi adsorpsi pada saat kesetimbangan. Model isotherm Freudlich dan Langmuir merupakan model isotherm yang sering digunakan untuk memahami sistem adsorpsi.

Dari data yang diperoleh pada penelitian dapat ditentukan model kesetimbangan yang paling sesuai untuk adsorpsi ion nikel. Hasil percobaan terhadap adsorpsi ion nikel diperoleh konstanta-konstanta kesetimbangan dengan menggunakan dua buah model tersebut. Dari tabel 3 sampai 5 menunjukkan hasil R-square dan nilai konstanta-konstanta berbagai model adsorpsi ion nikel pada berbagai variasi suhu proses adsorpsi.

Tabel 3. Nilai konstanta berbagai model terhadap adsorpsi ion Nikel pada suhu 30°C

Material	Langmuir		Freudlich			
	K, L/mol	Qm, mg adsorbat/g adsorben	R-Square	K, mg adsorbat/g adsorben	n	R-Square
MAC	0,012	588,23	0,9957	4,17	2,39	0,4668
MAC teroksidasi	0,013	769,23	0,9894	5,22	2,63	0,4298
CSA C	0,003	588,23	0,9897	2,79	1,2	0,6926
CSA C teroksidasi	0,055	625	0,9989	2,64	1,83	0,6406

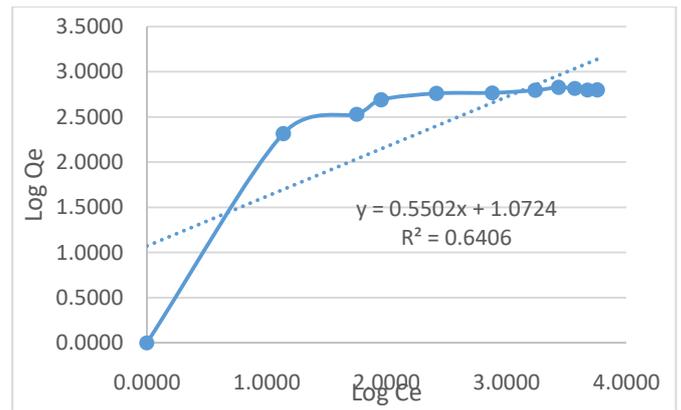
Tabel 4. Nilai konstanta berbagai model terhadap adsorpsi ion Nikel pada suhu 40°C

Material	Langmuir		Freudlich			
	K, L/mol	Qm, mg adsorbat/g adsorben	R-Square	K, mg adsorbat/g adsorben	n	R-Square
MAC	0,02	504	0,9997	2,36	1,74	0,708
MAC teroksidasi	0,007	769,23	0,9894	3,72	2,13	0,4298
CSA C	0,001	500	0,9487	2,03	6,73	0,6733
CSA C teroksidasi	0,008	555,56	0,9928	2,64	1,83	0,6641

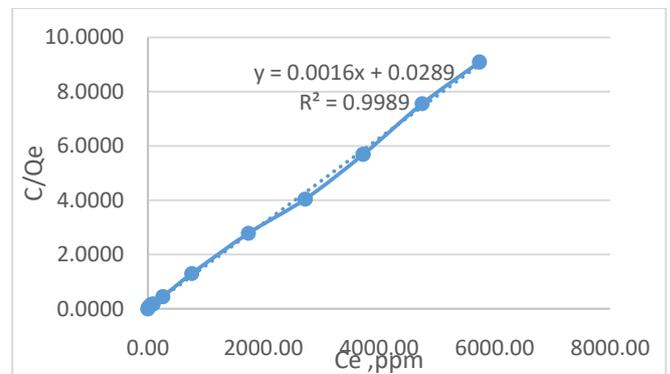
Tabel 5. Nilai konstanta berbagai model terhadap adsorpsi ion Nikel pada suhu 60°C

Material	Langmuir			Freudlich		
	K, L/mol	Qm, mg adsorbat/g adsorben	R-Square	K, mg adsorbat/g adsorben	n	R-Square
MAC	0,003	322,58	0,9914	1,54	1,64	0,8792
MAC teroksidasi	0,004	625	0,9919	1,63	1,45	0,8685
CSA C	0,003	196,08	0,9903	1,28	1,69	0,9394
CSA teroksidasi	0,006	344,83	0,9975	1,72	1,68	0,83

Menurut Kundari & Wiyuniati (2008), untuk menentukan apakah data hasil percobaan mengikuti model kesetimbangan Langmuir atau Freudlich, maka dapat ditentukan dari nilai koefisien relasi ( $R^2$ ). Jika pada plot data kurva linear nilai  $R^2$  mendekati 1, maka data percobaan mengikuti model kesetimbangan tersebut. Dari Tabel 3 sampai 5 diatas menunjukkan bahwa pada umumnya adsorpsi yang berlangsung mempunyai nilai korelasi ( $R^2$ ) cukup tinggi untuk persamaan Langmuir. Plot data hasil percobaan, menunjukkan bahwa nilai  $R^2$  mendekati 1 untuk model kesetimbangan Langmuir, artinya bahwa proses adsorpsi pada percobaan ini terjadi pada daerah homogen yang spesifik pada adsorben yaitu pada lapisan antarmuka (*interface layer*) antara adsorbat yaitu larutan ion nikel dan padatan adsorben dalam hal ini yaitu serbuk kayu mlanding (MAC) atau proses adsorpsi ini bisa disebut dengan *monolayer adsorption*. Pada Gambar 8 dan Gambar 9 dibawah ini berturut-turut ditampilkan salah satu grafik plot isotherm Freudlich dan Langmuir pada proses adsorpsi suhu 30°C.



Gambar 8. Plot Isotherm Freudlich Adsorpsi Ion Nikel dengan MAC pada suhu 30°C



Gambar 8. Plot Isotherm Langmuir Adsorpsi Ion Nikel dengan MAC pada suhu 30°C

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah:

1. Pengaruh oksidasi dengan  $H_2O_2$  terhadap karbon berpori dari serbuk kayu mlanding (MAC) ternyata dapat memodifikasi struktur pori dan gugus fungsi dari karbon. Didapat luas permukaan terbesar dari MAC yang telah dioksidasi pada berbagai variasi suhu yaitu pada suhu 60°C dengan SSA sebesar 792  $m^2/g$ .
2. Semakin tinggi suhu oksidasi maka jumlah gugus asam terbentuk semakin banyak, dalam penelitian ini pada suhu 80°C.

3. Semakin tinggi suhu oksidasi akan menyebabkan karbon hancur atau cepat rusak dan dapat menurunkan luas permukaan.
4. Setelah dilakukan oksidasi pada karbon berpori menyebabkan performa adsorpsi ion nikel semakin meningkat. Adsorpsi terbanyak pada studi ini yaitu adsorpsi ion Nikel pada suhu 30°C yakni sebesar 769,23 mg adsorbat/g adsorben dengan menggunakan MAC yang telah dioksidasi.

### Saran

Perlu dilakukannya studi lebih lanjut mengenai kinerja dari karbon berpori serbuk kayu mlanding karena belum banyak studi yang menggunakan karbon berpori jenis ini untuk penjerapan logam berat.

### DAFTAR PUSTAKA

- Adiningtyas, A dan Mulyono, P., 2016, "Kinetika Adsorpsi Nikel (II) dalam Larutan Aqueous dengan Karbon Aktif Arang Tempurung Kelapa", *Jurnal Rekayasa Proses*, Volume 10 No.2, hal. 1-7.
- Arugula, M.A., Brastad, K.S., Minteer, S.D., He, Z., 2012, "Enzyme catalyzed electricity-driven water softening system", *Enzyme and Microbial Technology* 51: 396-401.
- Crini, G., 2006, "Non-conventional low-cost adsorbents for dye removal: A review", *Bioresource Technology*, 97(9), 1061–1085.
- Dąbrowski, A., 2001, "Adsorption — from theory to practice", *Advances in Colloid and Interface Science*, 93(1), 135–224.
- Derylo-Marczewska, et al, 2005, "Changes in the Surface Chemistry and Adsorptive Properties of Active Carbon Previously Oxidized and Heat-treated at Various Temperatures. III. Studies of the Adsorption of Organic Solutes from Aqueous Solutions", *Adsorption Science & Technology* Vol. 23 No. 10.
- Hasan dan Budi, 2015, "Desilikasi Karbon Aktif Sekam Padi Sebagai Adsorben Hg Pada Limbah Pengolahan Emas Di Kabupaten Buru Propinsi Maluku", *Indonesia Chimica Acta*, Vol.7. No. 2.
- Kabay, N., Demicioglu, M., Ersöz, E., Kurucaovali, I., 2002, "Removal of calcium and magnesium hardness by electro dialysis", *Desalination* 149: 343-349.
- Kardjono, 2007, "Proses Pertukaran Ion Dalam Pengolahan Air", Vol. 13, No: 03.
- Kundari, N. A. & Wiyuniati, S, 2008, "Tinjauan Kesetimbangan Adsorpsi Tembaga dalam Limbah Pencuci PCB dengan Zeolit", *Seminar Nasional IV SDM Teknologi Nuklir*. Yogyakarta, 25-26 Agustus 2008.
- Liu, Y., Liu, X., Dong, W., Zhang, L., Kong, Q., & Wang, W., 2017, "Efficient Adsorption of Sulfamethazine onto Modified Activated Carbon : A Plausible Adsorption Mechanism", *Scientific Reports*, (September), 1–12.
- Miaratiska, N. dan R. Azizah, R., 2015, "Hubungan Paparan Nikel dengan Gangguan Kesehatan Kulit pada Pekerja Industri Rumah Tangga Pelapisan Logam di Kabupaten Sidoarjo", *Universitas Airlangga*.
- Praja, M. H., & Oktarlina, R. Z, 2016, "Uji Efektivitas Daun Petai Cina ( *Laucaena glauca* ) Sebagai Antiinflamasi Dalam The Effectiveness Leaves Chinese ' s Petai ( *Leucaena glauca* ) As an Anti- Inflammatory Treatment of Injury In Swollen", *Majority*, 5, 86–89.
- Priadi, C. R., Anita, Sari, P. N., & Moersidik, S., 2014, "Industri

Keramik Oleh Limbah Tanah Liat”, *Reaktor*, 15(1), 10–19.

- Rolence, C., Machunda, R.L., Njau, K.N, 2014, “Water hardness removal by coconut shell activated carbon”, *International Journal of Science, Technology and Society* 2(5): 97-102.
- Rumidatul, A, 2006, “Effectivity of activated charcoal as adsorbent for wastewater treatment”, *IPB (Bogor Agricultural University)*.
- Setyadi, L., Wibowo, D., & Ismadji, S, 2005, “Modifikasi Sifat Kimia Permukaan Karbon Aktif Dengan Asam Oksidator dan Non-oksidator Serta Aplikasinya Terhadap Adsorpsi Methylene Blue”, *The 4th National Conference: Design and Application of Technology 2005 Modifikasi*, (1), 69–76.
- Widyasmara et al., 2013, “Potensi Membran Mikrofiltrasi Dan Ultrafiltrasi Untuk Pengolahan Limbah Cair Berminyak”, *Jurnal teknologi kimia dan energi* 2:295-307.
- Zeppenfeld, K, 2011, “Electrochemical removal of calcium and magnesium ions from aqueous solutions”, *Desalination* 277: 99-105.