

**PEMANFAATAN KULIT JENKOL SEBAGAI ADSORBEN
DALAM PENYERAPAN LOGAM Cd (II) PADA LIMBAH CAIR
INDUSTRI PELAPISAN LOGAM**

**UTILIZATION NGAPI NUT PEEL AS ADSORBENT TO REMOVE Cd (II)
FROM ELECTROPLATING INDUSTRY WASTEWATER**

Setiaty Pandia, Budi Warman*

**Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sumatera Utara,
Jl. Almamater Kampus USU, Medan 20155, Indonesia**

*Email : budiwarman05@gmail.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh proses aktivasi terhadap bilangan iodin adsorben serta mengetahui massa adsorben yang optimum dalam menurunkan kadar logam Cd (II) dalam limbah cair industri pelapisan logam. Kulit jengkol dibersihkan dan dihaluskan dengan ayakan berukuran 100 mesh, kemudian diaktivasi menggunakan asam nitrat (HNO_3) 4 N dengan variasi rasio kulit jengkol : asam nitrat, sambil dipanaskan dengan variasi suhu aktivasi dan lama aktivasi. Kemudian adsorben dikeringkan di oven dengan variasi suhu pengeringan dan lama pengeringan. Proses adsorpsi menggunakan adsorben dengan bilangan iodin tertinggi dan dilakukan dengan variasi massa adsorben tertentu dalam 50 mL limbah cair. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa rasio kulit jengkol : asam nitrat yang optimum adalah 20:1 mg/mL pada suhu aktivasi 90 °C, lama aktivasi 120 menit, suhu pengeringan 110 °C dan lama pengeringan 120 menit dengan bilangan iodin sebesar 634,50 mg/g. Massa adsorben yang optimum adalah 1 g dengan kapasitas penyerapan logam Cd (II) sebesar 1,326 mg/g.

Kata kunci: adsorben, kulit jengkol, limbah cair, kadmium, bilangan iodin.

Abstract

The aim of this research is to study the effect of activation processes to iodine number of ngapi nut peel adsorbent and to study the optimum adsorbent mass to reduce metallic Cadmium (Cd) concentration in electroplating wastewater. Ngapi nut peel was cleaned and mashed to a size of 100 mesh of sieve tray and then activated using nitric acid (HNO_3) 4 N with specific ratio ngapi nut peel : nitric acid while heated at specific activation temperature and duration. Adsorbent dried in oven at specific temperature and duration of drying. Adsorbent with optimum iodine number then used in batch adsorption that carried out by using variations of mass in 50 mL of wastewater. The results showed that the optimum ratio of ngapi nut peel : nitric acid is 20:1 mg/mL at activation temperature 90°C, duration of activation 120 minutes, drying temperature 110 °C and duration of drying 120 minutes with iodine number 634.50 mg/g. The optimum mass of adsorbent is 1 g with capacity of adsorbent 1,326 mg/g.

Keywords: adsorbent, jengkol peel, electroplating waste water, cadmium, iodine number

Pendahuluan

Kulit jengkol adalah bagian terluar dari Jengkol yang berwarna coklat yang melapisi daging buah kulit jengkol dan Kulit jengkol merupakan sampah pertanian yang bisa dijadikan sebagai biosorben dengan biaya yang sangat murah [17]. Jengkol terdiri 3 bagian komponen utama yaitu: daging buah, kulit ari dan kulit jengkol. Bagian Kulit jengkol sebesar 30-40% berat jengkol. Menurut data statistik produksi holtikultura tumbuhan jengkol pada tahun 2014 luas panen provinsi Sumatera Utara memiliki potensi 333 Ha dengan hasil rata-rata 10,71 ton/ha, bila dihitung potensi pencemaran limbah kulit jengkol di daerah Sumatera Utara

mencapai 4,28 ton/ha atau 1.398,6 ton/tahun [12].

Kulit jengkol mengandung beberapa senyawa-senyawa aktif seperti alkaloid, flavonoid, glikosida antraknon, tannin, triterpenoid/steroid, dan saponin yang dimanfaatkan sebagai bioherbisida dan biolarvasida [17]. Selain kandungan diatas kulit jengkol juga memiliki unsur karbon (C) sebesar 44,02% yang diyakini unsur paling penting dapat dijadikannya kulit jengkol sebagai adsorben [6].

Limbah logam berat banyak terdapat pada limbah industri kimia, misalnya pada industri elektroplating, metalurgi, smelting. Logam-

logam berat yang dihasilkan antara lain nikel, merkuri, tembaga, krom, timbal, seng, kadmium [24]. Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi ion logam dalam limbah cair ataupun industri pelapisan logam diantaranya adalah adsorpsi, pengendapan, penukar ion dengan menggunakan resin, dan filtrasi. Diantara metode-metode tersebut, adsorpsi merupakan metode yang paling umum dipakai karena memiliki konsep yang lebih sederhana dan ekonomis [9]. Proses adsorpsi merupakan bagian dari pengolahan limbah dimana biasanya dilakukan pada tahap filtrasi dengan menggunakan beberapa adsorben seperti pelet, zeolite, karbon aktif, gel silika, alumina aktif, dan biosorben. Bahan-bahan yang sering digunakan dalam pembuatan adsorben yaitu bahan senyawa organik seperti: limbah pertanian, kulit kerang, silika, kulit jengkol, dll.

Teori

Jengkol atau Jering atau *Pithecellobium jiringa* Jack. atau *Pithecellobium lobatum* Benth. adalah tumbuhan khas di wilayah Asia Tenggara, termasuk yang digemari di Malaysia, Thailand dan Indonesia. Kandungan kulit jengkol sangat penting karena kulit jengkol dimanfaatkan sebagai adsorben. Kandungan kulit jengkol dapat di lihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Kandungan kulit Jengkol [6]

Kadar unsur hara	Kandungan (%)
Kadar Air	65,56
N-total	1,82
P-total	0,32
K-total	2,10
Ca-total	0,27
Mg-total	0,25
C-total	44,02
C/N	24,19

Elektroplating adalah proses elektrolisis untuk memberikan lapisan logam pada substrat yang bertujuan untuk meningkatkan penampilan atau sifat-sifat komponen logam tersebut [16]. Meningkatnya kebutuhan akan produk yang menggunakan proses elektroplating mendorong berkembangnya industri elektroplating di Indonesia. Perkembangan industri yang semakin pesat dapat memberikan manfaat, juga menimbulkan dampak negatif dari limbah yang dihasilkan [3]. Sifat karakteristik limbah industri elektroplating yaitu: pH 2; Cr 311,09 ppm; Ni 2,7 ppm; Cd 12-24 ppm; Zn 31,85; Fe 44,64; TDS 306 ppm; COD 777,54 ppm [13]. Logam kadmium merupakan salah satu jenis logam berat yang banyak digunakan dalam berbagai kegiatan industri kimia di Indonesia, seperti:

industri pelapisan logam, industri baterai nikel-kadmium, industri cat, industri PVC atau plastik dan industri lainnya [4].

Adsorpsi adalah fenomena fisik yang terjadi antara molekul-molekul fluida (gas atau cair) yang dikontakkan dengan suatu permukaan padatan. Adsorpsi adalah proses dimana molekul- molekul fluida menyentuh dan melekat pada permukaan padatan [10]. Jenis-jenis media adsorpsi yang umum digunakan antara lain:

1. Zeolit

Zeolit merupakan material berpori dan memiliki beberapa kandungan mineral dominan (SiO₄ dan AlO₄). Kapasitas adsorpsinya dapat ditingkatkan dengan aktivasi larutan asam kuat atau basa kuat. Zeolit memiliki bentuk kristal yang sangat teratur dengan rongga yang saling berhubungan ke segala arah yang menyebabkan luas permukaan zeolit sangat besar [5].

2. Karbon aktif

Karbon aktif merupakan suatu bentuk arang yang telah melalui aktifasi dengan menggunakan gas CO₂, uap air atau bahan-bahan kimia sehingga pori-porinya terbuka dan dengan demikian daya adsorpsinya menjadi lebih tinggi terhadap zatwarna dan bau [7]. Kualitas karbon aktif dapat dinilai berdasarkan persyaratan (SNI) 06–3730-1995.

Tabel 2 Standarisasi Karbon Aktif (SNI) 06–3730-1995 [22]

Jenis Persyaratan	Parameter
Kadar Air	Mak. 15 %
Kadar Abu	Mak. 10 %
Kadar Zat Menguap	Mak. 25 %
Kadar Karbon Terikat	Min. 65 %
Daya Serap Terhadap Yodium	Min. 750 mg/g
Daya Serap Terhadap Benzena	Min. 25 %

Kualitas karbon aktif bisa ditentukan dengan besarnya bilangan iodin dimana jumlah milligram iodin yang teradsorpsi oleh satu gram karbon aktif [14].

Silika gel adalah substansi-substansi yang digunakan untuk menyerap kelembaban dan cairan partikel dari ruang yang berudara/bersuhu. Silika gel yang siap untuk digunakan berwarna biru [23].

3. Biosorpsi

Biosorpsi menggunakan adsorben dari biomassa sebagai penyerap ion logam yang terkandung dalam limbah sehingga kandungan ion logam dalam air limbah menjadi turun.

Faktor- Faktor yang Mempengaruhi Adsorpsi yaitu: Ukuran molekul adsorbat, Kepolaran zat,

Kemurnian adsorben, Luas permukaan (pori), Temperatur absolute (T), Tekanan (P), Interaksi Potensial (E), dan PH medium [8].

Metodologi Penelitian

Bahan dan Peralatan

Adapun bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit jengkol, limbah cair electroplating, Asam nitrat (HNO₃), *Aquadest* (H₂O), Natrium Tiosulfat (Na₂S₂O₃) 0,1 N, Iodin (I₂) 0,1 N, Indikator Amilum 1%, Asam Klorida (HCl),

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah beaker glass, erlenmeyer, corong, *hot plate dan magnetic stirrer*, gelas ukur, corong gelas, oven, buret, statif, pipet tetes, Ayakan 100 mesh, pH meter, Desikator, dan neraca digital.

Prosedur Percobaan

Prosedur Aktivasi Adsorben

Kulit Jengkol dicuci dengan air lalu dikeringkan, dihaluskan hingga berbentuk serbuk berukuran sampai 100 mesh, serbuk kulit jengkol diaktifkan dengan larutan asam nitrat (HNO₃) 4 N dengan rasio serbuk kulit jengkol : asam nitrat adalah 20:0,5 mg/mL; 20:1 mg/mL; 20:1,5 mg/mL, dipanaskan selama 60 menit; 90 menit; 120 menit pada suhu 70 °C; 80 °C; 90 °C lalu didinginkan kemudian dicuci dengan aquadest, dan adsorben dimasukkan ke dalam oven selama 60 menit; 90 menit; 120 menit pada suhu 100 °C; 110 °C; 120 °C.

Prosedur Adsorpsi Batch pada Limbah electroplating

Sebanyak 50 ml sampel limbah cair pelapisan logam dimasukkan ke dalam beaker glass, diatur pH sebesar 5 dengan menambahkan larutan 0,1 M HNO₃ atau 0,1 M NaOH, ditambahkan adsorben kulit jengkol 100 mesh dengan massa 0,5 g; 1 g; 1,5 g. campran diaduk menggunakan *magnetic stirrer* 150 rpm dengan waktu 15 menit dan disaring menggunakan kertas saring Whatman No.1

Hasil dan Pembahasan Penelitian

Hasil

Pada penelitian ini, adsorben dari kulit jengkol dihitung bilangan iodinnya dimana sebelum aktivasi sebesar 374,36 mg/g dan sesudah aktivasi 634,50 mg/g (optimum pada kondisi suhu aktivasi 90 °C, waktu aktivasi 120 menit, suhu pengeringan 110 °C, dan waktu pengeringan 120 menit).

Tabel 3 Bilangan Iodin Adsorben KulitJengkol dengan Variasi Rasio Kulit Jengkol : Asam Nitrat

Rasio Kulit Jengkol :	Bilangan Iodin
-----------------------	----------------

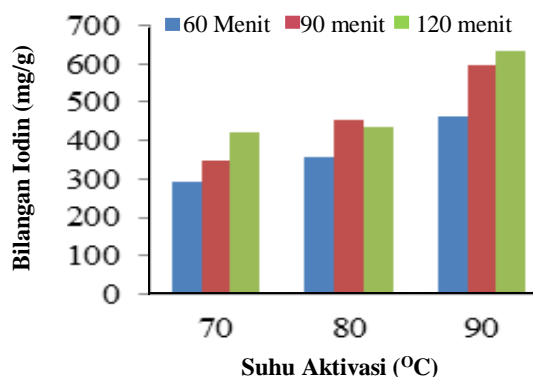
Asam Nitrat (mg/ml)	(mg/g)
20 : 0,5	291,87
20 : 1	634,50
20 : 2	640,85

Tabel 4 Kapasitas Adsorpsi Ion Cd (II) pada Limbah Cair Pelapisan Logam untuk Setiap Variasi Massa Adsorben

Massa Adsorben (g)	Absorbansi	Konsentrasi (ppm)	Kapasitas Adsorpsi (mg/g)
0,5	0,219	7,090	1,326
1	0,282	9,269	0,554
1,5	0,361	11,966	0,279

Pembahasan

Pengaruh Suhu Aktivasi (°C), Waktu Aktivasi (menit) dan Rasio Adsorben : Asam Nitrat terhadap Bilangan Iodin Adsorben.



Gambar 1. Pengaruh Suhu Aktivasi terhadap Bilangan Iodin Adsorben pada Waktu Aktivasi Tertentu

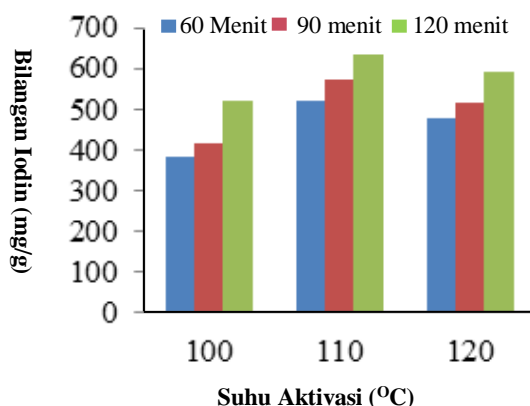
Dari Gambar 1 dapat dilihat bahwa bilangan iodin terus meningkat seiring dengan semakin tingginya suhu aktivasi untuk waktu aktivasi yang sama. Pada suhu aktivasi 70 °C, 80 °C dan 90 °C bilangan iodin terus meningkat seiring dengan bertambahnya waktu aktivasi. Pada waktu aktivasi 60 menit, 90 menit dan 120 menit bilangan iodin cenderung meningkat seiring bertambahnya suhu aktivasi.

Secara teori semakin meningkatnya suhu, pengotor-pengotor yang terdapat pada pori ikut terlepas atau teruapkan sehingga memperluas permukaan adsorben. Hal ini juga komponen seperti air dan kandungan volatil keluar dari dalam adsorben. Besarnya permukaan adsorben yang terjadi ditandai dengan meningkatnya bilangan iodin [15]. Waktu aktivasi yang semakin lama dapat meningkatkan bilangan iodin suatu adsorben yang dapat ditandai dengan meningkatnya kandungan karbon dalam adsorben tersebut [17].

Dengan membandingkan teori dan hasil yang diperoleh dari penelitian, dapat

disimpulkan bahwa kondisi yang paling baik untuk menghasilkan adsorben dari kulit jengkol dengan bilangan iodin yang paling tinggi yaitu 634,50 mg/g pada suhu aktivasi 90 °C dan waktu aktivasi 120 menit.

Pengaruh Suhu Pengeringan (°C) dan Waktu Pengeringan (menit) terhadap Bilangan Iodin Adsorben.



Gambar 2. Pengaruh Suhu Pengeringan terhadap Bilangan Iodin Adsorben pada Waktu Pengeringan Tertentu

Dari Gambar 2 dapat dilihat bahwa bilangan iodin cenderung meningkat seiring dengan semakin tingginya suhu pengeringan untuk waktu pengeringan yang sama dan pada titik tertentu mengalami penurunan serta semakin lama waktu pengeringan pada suhu pengeringan yang sama.

Pada suhu pengeringan 100 °C dan 110 °C bilangan iodin terus meningkat seiring dengan bertambahnya waktu pengeringan. Namun pada suhu 120 °C, bilangan iodin mengalami penurunan. Hal ini dapat terjadi karena beberapa kemungkinan. Pertama, kadar air sebelum penyerapan dilakukan tidak dapat dikontrol dengan baik. Kedua, pada suhu pengeringan lebih tinggi dari 110 °C adsorben mengalami kerusakan pada struktur dinding porinya sehingga dapat menghambat pembentukan pori [17].

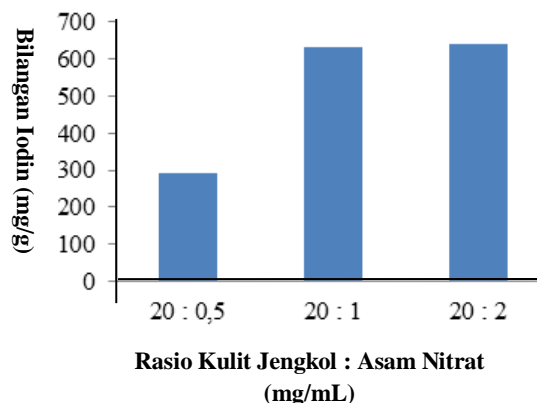
Pada waktu pengeringan 60 menit, 90 menit dan 120 menit bilangan iodin cenderung meningkat seiring bertambahnya suhu pengeringan. Hal ini menunjukkan bahwa semakin lama pengeringan dilakukan maka pembentukan pori akan semakin banyak sehingga menghasilkan bilangan iodin yang semakin meningkat.

Secara teori semakin meningkatnya suhu, pengotor-pengotor yang mulanya terdapat pada bagian pori dan menutup pori ikut terlepas atau teruapkan sehingga memperluas permukaan

adsorben. Besarnya permukaan adsorben yang terjadi ditandai dengan meningkatnya bilangan iodin [15]. Meningkatnya waktu pengeringan dapat menyebabkan terbukanya mikropori dan mesopori yang meningkatkan ukuran pori adsorben [1]. Namun, pada pemanasan yang berlebihan dapat terjadi pengurangan mesopori dan mikropori pada adsorben tersebut [21] serta menyebabkan kerusakan struktur dan dinding pori yang dapat menghambat pembentukan pori [20].

Dengan membandingkan teori dan hasil yang diperoleh dari penelitian, dapat disimpulkan bahwa kondisi yang paling baik untuk menghasilkan adsorben dari kulit jengkol dengan bilangan iodin yang paling tinggi adalah pada suhu pengeringan 110 °C dan waktu pengeringan 120 menit yaitu sebesar 634,50 mg/g.

Pengaruh Rasio Kulit Jengkol : Asam Nitrat (mg/mL) terhadap Bilangan Iodin Adsorben



Gambar 3. Pengaruh Rasio Kulit Jengkol : Asam Nitrat terhadap Bilangan Iodin Adsorben

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa bilangan iodin cenderung meningkat seiring dengan semakin tingginya rasio kulit jengkol : asam nitrat. Pada rasio 20:0,5 (mg/ml); 20:1 (mg/ml) dan 20:2 (mg/ml), bilangan iodin terus meningkat. Bilangan iodin meningkat dari rasio 20:0,5 (mg/ml) ke 20:1 (mg/ml). Namun pada rasio 20:2 (mg/ml), peningkatan yang ada tidak terlalu besar, sehingga dapat dianggap bahwa rasio 20:1 (mg/ml) merupakan rasio kulit jengkol : asam nitrat yang paling optimum dalam menyerap senyawa iodin. Hal ini disebabkan oleh jumlah aktivator yang digunakan pada rasio 20:1 (mg/ml) sudah cukup untuk memodifikasi adsorben dari kulit jengkol yang digunakan.

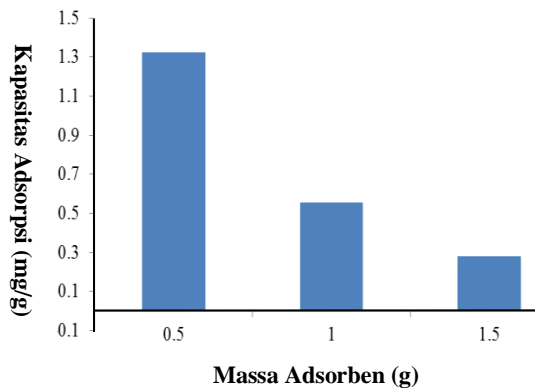
Secara teori, semakin meningkatnya rasio kulit jengkol : aktivator yang digunakan maka daya serap adsorben akan semakin meningkat.

Hal ini disebabkan adanya dehidrasi kimia serta kondensasi yang semakin kuat sehingga menghasilkan struktur pori yang besar [25].

Dengan membandingkan teori dan hasil yang diperoleh dari penelitian, dapat disimpulkan bahwa kondisi rasio kulit jengkol : asam nitrat yang paling optimum dalam menyerap senyawa iodin yaitu sebesar 20:1 (mg/ml) dengan bilangan iodin 634,50 mg/g.

Berdasarkan data Standar Nasional Indonesia (1995), standar kualitas karbon aktif untuk daya serap terhadap iodin yaitu minimal 750 mg/g [22]. Dalam hal ini adsorben kulit jengkol belum memenuhi standar karbon aktif berdasarkan SNI karena bilangan iodin yang optimum yaitu sebesar 634,50 mg/g masih dibawah standar karbon aktif SNI. Untuk ini, mungkin suhu aktivasi harus di tingkatkan lagi agar permukaan pori semakin luas.

Pengaruh Dosis Adsorben terhadap Kapasitas Adsorben Cd (II)



Gambar 4. Pengaruh Dosis Adsorben terhadap Kapasitas Adsorben Cd (II)

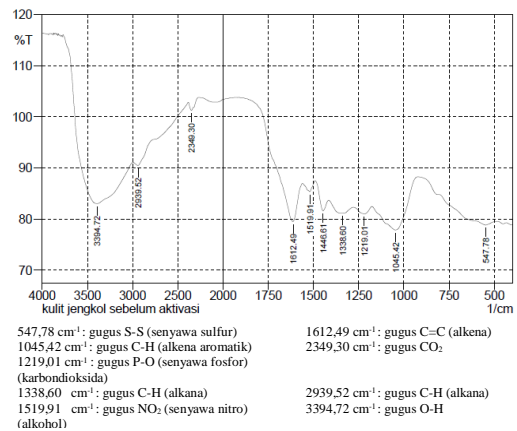
Dari Gambar 4 dapat dilihat bahwa kapasitas adsorpsi cenderung menurun seiring dengan semakin banyaknya massa adsorben. Kapasitas adsorpsi yang paling besar diperoleh pada massa adsorben 0,5 gram yaitu sebesar 1,32 mg/g dengan adsorbansi 0,219. Sedangkan massa adsorben 1 dan 1,5 gram kapasitas adsorpsi masing-masing sebesar 0,55 mg/g dan 0,27 mg/g dengan nilai adsorbansi 0,282 dan 0,361. Secara teori, semakin meningkatnya dosis adsorben yang digunakan maka kapasitas adsorpsi juga akan semakin meningkat. Hal ini disebabkan situs atau luas permukaan adsorpsi meningkat bersamaan dengan berat dari adsorben, sehingga memberikan hasil kapasitas adsorpsi yang lebih besar pada massa adsorben yang lebih besar [25]. Kapasitas adsorpsi dapat berkurang dengan meningkatnya massa adsorben dapat disebabkan oleh terbentuknya

gumpalan yang menyebabkan menurunnya luas permukaan keseluruhan [18].

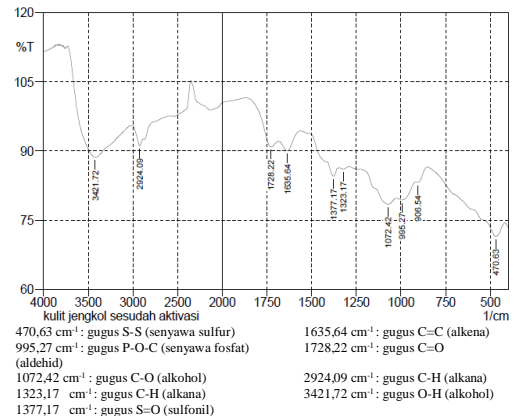
Dengan membandingkan teori dan hasil yang diperoleh dari penelitian, dapat disimpulkan bahwa massa yang paling optimum dalam menyerap logam Cd (II) yaitu sebesar 0,5 gr yang dinyatakan dengan kapasitas adsorpsi sebesar 1,32 mg/g.

Karakteristik Gugus Fungsi pada Adsorben Kulit Jengkol dengan Spektrofotometri FTIR

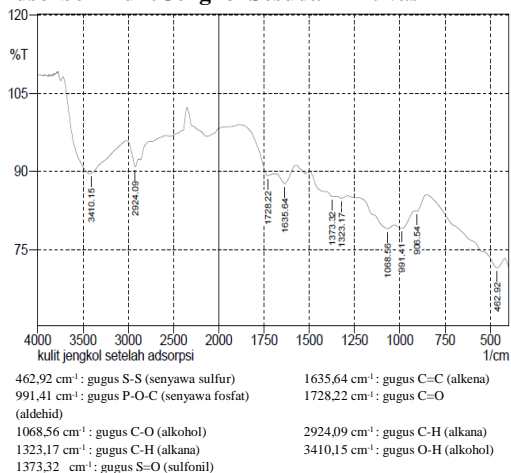
Pada penelitian ini, adsorben sebelum diaktivasi, adsorben dengan bilangan iodin yang paling besar setelah diaktivasi dan adsorben yang telah digunakan untuk mengadsorpsi logam berat Cd (II) kemudian dikarakterisasi gugus-gugus fungsinya menggunakan spektrofotometri FTIR. Setiap ikatan kimia yang spesifik menunjukkan pita absorpsi energi yang unik dalam analisa FTIR dan hal ini berguna untuk mengidentifikasi adanya gugus-gugus fungsional dari adsorbent [19]. Gugus-gugus fungsional yang terbentuk disimpulkan dengan membandingkannya dengan literatur yaitu tabel karakteristik pita IR berbagai senyawa [10] dan tabel frekuensi berbagai gugus-gugus fungsi [11]. Adapun hasil yang diperoleh dapat dilihat pada gambar 5, 6 dan 7 berikut.



Gambar 5. Hasil Spektrofotometri FTIR Adsorben Kulit Jengkol Sebelum Aktivasi



Gambar 6. Hasil Spektrofotometri FTIR Adsorben Kulit Jengkol Sesudah Aktivasi



Gambar 7. Hasil Spektrofotometri FTIR Adsorben Kulit Jengkol Sesudah Adsorpsi

Dari Gambar 5, 6 dan 7 dapat dibandingkan gugus-gugus fungsi yang terdapat pada adsorben sebelum dan sesudah aktivasi serta sesudah adsorpsi. Pada Gambar 5, yaitu adsorben sebelum aktivasi terlihat gugus fungsional hidroksil termasuk ikatan hidrogen (regangan O-H), yang semakin tidak tampak pada Gambar 6 dan 7 yaitu adsorben sesudah aktivasi dan sesudah adsorpsi. Reduksi dari ikatan hidrogen ini menunjukkan asam nitrat sebagai agen pengdehidrasi, bereaksi dengan bahan baku setelah kedua substansi tercampur. Pergeseran pita pada $2239,52\text{ cm}^{-1}$ sebelum diaktivasi menjadi $2924,09\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan regangan C-H juga menunjukkan adanya pelepasan sejumlah hidrogen secara signifikan. Pada adsorben sebelum diaktivasi terdapat regangan pada $1045,42\text{ cm}^{-1}$ yang merupakan regangan alkena aromatik C-H. Pita ini tidak terdapat pada adsorben sesudah aktivasi, sehingga dapat disimpulkan aktivasi kimia melepaskan banyak ikatan pada senyawa aromatik dan mengeliminasi banyak substrat-substrat ringan dan volatil [2].

Dari Gambar 6 dan 7 dapat dilihat perbedaan antara adsorben sebelum dan sesudah adsorpsi tidak mengubah struktur kerangka dari adsorben kulit jengkol. Namun terjadi pergeseran pita yaitu dari $3421,72\text{ cm}^{-1}$ menjadi $3410,15\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya pengikatan logam timbal pada gugus hidroksil. Juga terjadi pergeseran pita pada $1377,17\text{ cm}^{-1}$ menjadi $1373,32\text{ cm}^{-1}$ yaitu regangan gugus sulfonil S=O yang juga semakin berkurang ketajamannya pada adsorben setelah adsorpsi. Hal ini

menunjukkan gugus sulfonil terlibat dalam proses adsorpsi logam seperti yang dilaporkan oleh peneliti sebelumnya [17].

Perubahan yang lain juga dapat dilihat yaitu dari $995,27$ menjadi $991,41\text{ cm}^{-1}$ untuk regangan senyawa fosfat P-O-C serta dari $470,63$ menjadi $462,92\text{ cm}^{-1}$ untuk regangan senyawa merkaptan S-S, yang menunjukkan bahwa senyawa tersebut juga terlibat selama proses adsorpsi logam timbal. Pergeseran pita yang ditunjukkan oleh spektrum FTIR ini menunjukkan bahwa gugus hidroksil, sulfonil, fosfor dan merkaptan terlibat selama proses adsorpsi logam timbal.

Kesimpulan

Bilangan iodin adsorben yang paling besar adalah $634,50\text{ mg/g}$ yang diperoleh pada aktivasi dengan suhu $90\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan waktu 120 menit dan pada pengeringan dengan suhu $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan waktu 120 menit serta rasio kulit jengkol : asam nitrat 20:1 (mg/mL). Adsorpsi terbaik terhadap ion logam Cd (II) diperoleh pada massa adsorben 1 gr/50 mL limbah cair dengan kapasitas penyerapan $1,32\text{ mg/g}$. Dari hasil spektrofotometri IR adsorben dapat disimpulkan bahwa aktivasi kimia pada adsorben dapat mereduksi ikatan hidrogen, melepas senyawa aromatik dan mengeliminasi berbagai substrat yang ringan dan volatil serta pada prosesnya, adsorpsi logam Cd (II) melibatkan gugus hidroksil, sulfonil, fosfor dan merkaptan.

Daftar Pustaka

- [1] A. A. Noer, Awitdrus, U. Malik, Pembuatan Karbon Aktif dari Pelepah Kelapa Sawit Menggunakan Aktivator H_2O Sebagai Adsorben, *JOM FMIPA*, 1(2) 2014 : hal. 42 - 46.
- [2] B.A. Shrestha, J. Kour, P. L. Homagai, Surface Modification of The Biowaste for Purification of Wastewater Contaminated with Toxic Heavy Metals-Lead and Cadmium, *Advances in Chemical Engineering and Science*, 1(3) 2013, hal. 178 - 180.
- [3] C. Manurung, Pengaruh Kuat Arus Terhadap Ketebalan Lapisan Dan Laju Korosi (Mpy) Hasil Elektroplating Baja Karbon Rendah Dengan Pelapis Nikel, *Jurnal Sains*, 2011: hal 2.
- [4] Darmono, *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*, Penerbit UI Press, Jakarta. 2001. Hal. 234-240 Universitas Riau : Pekanbaru, 2015.
- [5] E. Retno, Agus, Pembuatan *Ethanol Fuel Grade* Dengan Metode Adsorpsi Menggunakan *Adsorbent Granulated*

- Natural Zeolite Dan Cao, Jurnal Sains, 2012: hal. 1-2.*
- [6] Gusnidar, Y. R. Nofianti, Pengaruh Kompos Asal Kulit Jengkol (*Phitecolobium jiringa Jack Prain ex King*) Terhadap Ciri Kimia Tanah Sawah dan Produksi Tanaman Padi, : *Jurnal Kimia Unand*, 2011.
- [7] H. Nurdiansah, D. Susanti, Pengaruh Variasi Temperatur Karbonisasi dan Temperatur Aktivasi Fisika dari Elektroda Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Tempurung Kluwak Terhadap Nilai Kapasitansi *Electric Double Layer Capacitor* (EDLC), *Jurnal Sains*, 2(1), 2013.
- [8] Husin, Muhammad, Adsorpsi Dan Desorpsi Gas Metana Pada Bejana Bertekanan (Vessel) Dengan Kenaikan Tekanan Secara Bertahap, Skripsi, Fakultas teknik, UI, Depok, 2012.
- [9] I. Suhud, Vanny M. A. Tiwow, Ion Kadmium (II) Dari Larutannya Menggunakan Biomassa Akar Dan Batang Kangkung Air (*Ipomoea Aquatica Forks*), *Jurnal Sains*, 2012.
- [10] J. A. Abudaia, M. O. Sulyman, K. Y. Elazaby, S. M. Ben-Ali, Adsorption of Pb (II) dan Cu (II) from Aqueous Solution onto Activated Carbon Prepared from Dates Stones, *International Journal of Environmental Science and Development*, 4(2), 2013.
- [11] John Coates, *Interpretation of Infrared Spectra, A Practical Approach* (John Wiley & Sons Ltd, 2000.
- [12] Kementerian Pertanian. Statistik Produksi Hortiikultura Tahun 2014. *Jurnal Sains*. 2015 Hal. 76-208.
- [13] M. Hendro, R. Sulastiningrum, Pemisahan Kromium dan Nikel dari Limbah Cair Elektroplating dengan Proses Ultrafiltrasi, *Jurnal Sains*, 2014
- [14] M. Turmuzi, A. Syaputra, Pengaruh Suhu Dalam Pembuatan Karbon Aktif Dari Kulit Salak (*Salacca Edulis*) Dengan Impregnasi Asam Fosfat (H_3PO_4), *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(1), 2015.
- [15] N. Fauziah, Pembuatan Arang Aktif Secara Langsung dari Kulit Acacia Mangium Wild dengan Aktivasi Fisika dan Aplikasinya Sebagai Adsorben, Skripsi, Program Sarjana Fakultas Kehutanan IPB, Bogor, 2009.
- [16] Nickel Institute, *Nickel Plating Handbook*. Brussels, Belgium, 2014.
- [17] P. Isnaini, R. Zein, E. Munaf, Penyerapan Ion Cd (II) Dan Zn (II) Dalam Air Limbah Menggunakan Kulit Jengkol (*Pithecellobium Jiringa Prain*), Jurusan Kimia Fmipa, Universitas Andalas. Padang : *Jurnal Kimia Unand*, 2(3), 2011.
- [18] S. Waseem, M. I. Din, S. Nasir, A. Rasool, Evaluation of Acacia nilotica As A Non Conventional Low Cost Biosorbent For The Elimination Of Pb (II) And Cd (II) Ions From Aqueous Solutions, *Arabian Journal of Chemistry*, VII, 2012).
- [19] S. F. S. Draman, N. Mohd, Adsorption of Lead (II) Ions In Aqueous Solution Using Selected Agro-Waste, *ARNP Journal of Engineering and Applied Sciences*, 10(1), 2015.
- [20] S. Jamilatun, M. Setyawan, Pembuatan Arang Aktif dari Tempurung Kelapa dan Aplikasinya untuk Penjernihan Asap Cair, *Spektrum Industri*, 12 (1), 2014.
- [21] S. T. Miranti, Pembuatan Karbon Aktif dari Bambu dengan Metode Aktivasi Terkontrol Menggunakan *Activating Agent* H_3PO_4 dan KOH, Skripsi, Departemen Teknik Kimia Universitas Indonesia, Depok, 2012.
- [22] Standar Nasional Indonesia. *Arang Aktif Teknis (SNI 06-370-1995)*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional Indonesia, 1995.
- [23] S. M. Putri, L. Emelda, S. Br. Ginting, "Utilization of Activated Natural Zeolites for Chromium Adsorption, *Jurnal Sains*, 4(4), 2013.
- [24] Suprihatin, A. Erriek, Bioadsorpsi Logam Cu (II) dan Cr (VI) Pada Limbah Elektroplating dengan Menggunakan Biomassa *Phanerochaete Chrysosporium*, *Jurnal Sains*, 4(1), 2009.
- [25] S. Li, L. Zhang, Study on Preparation and Charaterization of The Adsorbents With Sewage Sludge, *Srcosmos*, 2010.