

KARAKTERISASI ADSORPSI Pb(II) PADA KARBON AKTIF DARI SABUT PINANG (*Areca catechu L*) TERAKTIVASI H₂SO₄

Trivania Sitanggang^{1*}, Anis Shofiyani¹, Intan Syahbanu¹

¹Progam Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura,
Jln. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi 78124, Pontianak

*email: vaniasitanggang@gmail.com

ABSTRAK

Pinang memiliki banyak kegunaan mulai dari biji, sabut, daun, hingga pelepahnya. Sabut buah pinang mengandung komposisi flavonoid, alkaloid, hemiselulosa, selulosa dan pektin. Komposisi selulosa yang terdapat dalam sabut buah pinang mencapai 70% sehingga berpotensi untuk dijadikan karbon aktif. Karbon dari sabut buah pinang dibuat dengan cara dikarbonisasi pada suhu 300°C selama 1 jam dan diaktivasi dengan H₂SO₄ pada konsentrasi 0,5M, 1M, 1,5M selama 24 jam. Karbon aktif yang dihasilkan digunakan untuk mengadsorpsi Pb(II) dalam larutan dengan mengkaji kondisi pH optimum dan kapasitas adsorpsi. Penentuan kualitas karbon aktif sabut pinang ditentukan berdasarkan kadar air, kadar abu, dan karakteristik pori dilakukan dengan Gas Sorption Analyzer (GSA) dan SEM (Scanning Electron Microscopy). Berdasarkan hasil penelitian diperoleh data kadar air karbon aktif untuk masing-masing konsentrasi 0,5M, 1M, 1,5M adalah sebesar 0,59%, 2,11%, dan 95%, sedangkan kadar abu sebesar 1,83%, 1,7%, dan 1,49%. Hasil analisis GSA menunjukkan karbon aktif memiliki luas permukaan berturut-turut sebesar 15,195 m²/g, 67,883 m²/g dan 550,306 m²/g. Kondisi pH optimum Pb(II) pada adsorpsi karbon aktif sabut buah pinang pada pH 4. Kapasitas adsorpsi Pb(II) pada karbon aktif dari sabut buah pinang terhadap Pb(II) adalah sebesar 6,57 mg/g dan mengikuti mekanisme adsorpsi isotherm BET yang ditunjukkan oleh nilai R² untuk masing-masing konsentrasi 0,5M, 1M, 1,5M sebesar 0,965, 0,986, dan 0,962.

Kata Kunci: adsorpsi, Pb(II), karbon aktif, sabut buah pinang

PENDAHULUAN

Pinang merupakan jenis tanaman yang sudah dikenal luas oleh masyarakat di Indonesia. Tanaman pinang termasuk salah satu jenis palma yang belum banyak dikembangkan pemanfaatannya dibandingkan tanaman jenis lainnya. Pinang mudah tumbuh di daerah tropis dan biasa ditanam di pekarangan, taman, atau dibudidayakan. Pinang banyak dijumpai tumbuh di Pulau Sumatera, Kalimantan, Sulawesi dan Nusa Tenggara.

Secara kimia, sabut buah pinang mengandung flavonoid, alkaloid, hemiselulosa, selulosa, dan pektin (Cyriac dkk., 2012). Komposisi selulosa yang terdapat dalam sabut buah pinang cukup besar yakni mencapai 70% (Panjaitan, 2008). Kandungan bahan organik yang tinggi pada sabut buah pinang ini memungkinkannya digunakan sebagai bahan dasar pembuatan karbon aktif yang nilainya lebih tinggi secara ekonomis.

Karbon aktif merupakan jenis adsorben yang secara luas telah digunakan untuk menyerap berbagai macam pengotor organik dan anorganik, diantaranya adalah untuk adsorpsi ion logam Pb(II) atau timbal dalam air. Ion timbal atau Pb(II) merupakan salah satu ion logam berat yang bersifat mencemari lingkungan. Timbal dalam jumlah besar dapat membahayakan makhluk hidup karena bersifat racun, antara lain dapat mengganggu sistem syaraf dan mempengaruhi kinerja ginjal. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001, kadar maksimum cemaran timbal dalam perairan adalah sebesar 0,03 ppm. Sementara FAO menetapkan ambang batas normal logam timbal tidak boleh melebihi 2 ppm. Berdasarkan hal tersebut, diperlukan upaya untuk meminimalisir pencemaran timbal di lingkungan perairan dengan berbagai teknik pengolahan logam berat, salah satunya melalui teknik adsorpsi. Metode adsorpsi memiliki beberapa

kelebihan diantaranya adalah prosesnya relatif sederhana, efektifitas dan efisiensinya relatif tinggi serta tidak memberikan efek samping berupa zat beracun (Volesky dkk, 2005).

Teknik adsorpsi saat ini diarahkan untuk mencari adsorben yang mempunyai kemampuan tinggi dari bahan alam yang mudah terbiodegradasi. Pembuatan adsorben karbon dari bahan-bahan yang bersifat limbah pertanian menjadi pilihan karena bahan dasar mudah didapat dan jumlahnya melimpah. Kapasitas dan efisiensi adsorpsi dari adsorben karbon dapat ditingkatkan dengan melakukan aktivasi. Aktivasi pada adsorben karbon bertujuan untuk melarutkan mineral yang terdapat pada sampel seperti kalsium, fosfor dan pengotor-pengotor lainnya sehingga membuka lebih banyak pori-pori pada karbon aktif yang dihasilkan. Aktivasi dapat dilakukan dengan pemanasan menggunakan temperatur tinggi atau dengan penambahan larutan kimia (Sembiring dan Sinaga, 2003).

Salah satu jenis limbah pertanian yang belum pernah dikaji pemanfaatannya sebagai karbon aktif adalah sabut pinang. Pada penelitian ini dibuat karbon aktif dari bahan dasar sabut pinang untuk digunakan sebagai penjerap ion Pb(II) dalam air. Aktivasi karbon dilakukan menggunakan larutan asam sulfat (H_2SO_4) yang divariasi konsentrasinya. Karbon aktif yang dihasilkan selanjutnya digunakan untuk adsorpsi Pb(II) dalam larutan. Parameter yang dipelajari adalah pengaruh konsentrasi terhadap kemampuan adsorpsi Pb(II) oleh karbon aktif hasil penelitian.

METODE PENELITIAN

Alat dan BAHAN

Alat yang digunakan adalah tanur, oven, desikator, hot plate, ayakan ukuran 100 mesh, neraca analitik, pengaduk magnetik, seperangkat alat gelas seperti labu ukur, labu erlenmeyer, gelas beker, cawan petri dan batang pengaduk. Instrumentasi yang digunakan adalah pH-meter, instrument Spektrofotometri Serapan Atom (SSA), Gas Sorption Analyzer (GSA), Scanning Electron Microscope (SEM).

Bahan

Bahan dasar yang digunakan adalah limbah sabut pinang dari Desa Punggur Kabupaten Kubu Raya. Bahan kimia yang digunakan yaitu akuades, NaOH, H_2SO_4 , $Pb(NO_3)_2$, HCl.

Prosedur Penelitian

Preparasi dan karbonisasi sampel sabut pinang

Sampel sabut pinang dicuci bersih kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari hingga sabut pinang kering. Sampel yang telah kering, ditimbang, dan kemudian ditanur pada temperatur $300^\circ C$ selama 1 jam. Karbon yang dihasilkan selanjutnya digiling sampai halus dan kemudian diayak dengan ukuran partikel 100 mesh. Setelah itu ditanur lagi pada temperatur $300^\circ C$ selama 1 jam. Kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu $100^\circ C$ dan ditimbang hingga tercapai berat konstan.

Aktivasi Karbon Sabut Pinang Menggunakan Asam Sulfat (Saputro, 2012).

Disiapkan larutan H_2SO_4 dengan variasi konsentrasi 0,5M; 1M; 1,5M, masing-masing sebanyak 250 mL dalam labu ukur. Masing-masing larutan tersebut ditambahkan 50 gram serbuk karbon sabut pinang, diaduk dan dibiarkan selama 24 jam, kemudian disaring. Padatan hasil saringan dikeringkan dalam oven pada suhu $100^\circ C$ selama 24 jam, kemudian suhu dinaikkan menjadi $110^\circ C$ lalu didinginkan. Sampel dicuci dengan akuades hingga air cucian netral dan dikeringkan dalam oven pada suhu $100^\circ C$ selama 24 jam. Sampel yang dihasilkan disebut sebagai karbon aktif teraktivasi asam sulfat 0,5M; 1M dan 1,5M. Adsorben selanjutnya dikarakterisasi menggunakan SEM dan GSA. Penentuan rendemen dilakukan dengan menghitung hasil perbandingan berat karbon aktif sabut pinang sebelum diaktivasi dengan berat karbon yang telah diaktivasi. Penentuan rendemen terhadap karbon yang dihasilkan juga dilakukan dengan membandingkan berat karbon dengan sabut pinang.

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{berat karbon}}{\text{berat sabut pinang}} \times 100\%$$

Penentuan Kualitas Karbon Aktif Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995

Penentuan kadar air

Penentuan kadar air dilakukan dengan prosedur sebagai berikut. Karbon aktif sabut pinang sebanyak 1 gram dikeringkan dalam oven pada suhu $(100 \pm 2)^\circ\text{C}$ selama 2 jam. Tahap berikutnya sampel dimasukkan ke dalam desikator, kemudian ditimbang hingga beratnya konstan dan ditentukan kadar airnya dalam persen (%). Penentuan kadar air dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali (triplo).

Penentuan kadar abu

Karbon aktif sabut pinang yang telah ditentukan kadar airnya, ditimbang sebanyak 1 gram dan dimasukkan ke dalam krus yang telah diketahui beratnya. Selanjutnya krus yang berisi karbon aktif sabut pinang tersebut dimasukkan ke dalam tanur, perlahan-lahan dipanaskan mulai dari suhu kamar sampai 600°C hingga terbentuk abu selama 1 jam. Selanjutnya didinginkan dalam desikator lalu ditimbang sampai beratnya konstan dan ditentukan kadar abunya dalam persen (%). Penentuan kadar abu dilakukan pengulangan sebanyak 3 kali (triplo).

Penentuan Sifat Adsorpsi Pb(II) pada Karbon Aktif Sabut Pinang

Penentuan pH Optimum

Penentuan pH optimum dilakukan dengan menggunakan variasi pH 3, 4, 5, 6, 7 dan 8. Sebanyak 0,5 gr adsorben A, B, dan C dengan ukuran partikel 100 mesh dimasukkan ke dalam botol gelas 100 mL. Kemudian ke dalam masing-masing botol gelas tersebut ditambahkan 25 mL larutan Pb(II) dengan konsentrasi 100 mg/L dengan pH larutan masing-masing 3, 4, 5, 6, 7, dan 8. Pengaturan pH menggunakan larutan HCl dan larutan NaOH, kemudian diaduk dengan shaker kecepatan 120 rpm dengan waktu kontak 60 menit. Larutan timbal yang telah diinteraksikan dengan adsorben kemudian disaring dengan kertas saring. Konsentrasi Pb (II) pada filtrat ditentukan menggunakan SSA. Semua perlakuan dilakukan berukuran secara duplo. Data yang diperoleh dari hasil SSA yaitu konsentrasi Pb(II) yang dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$q_e = \frac{(C_i - C_e)}{W} \times V$$

dengan q_e : kapasitas adsorpsi (mg/g)

C_i : konsentrasi awal logam (mg/L),

C_e : konsentrasi akhir logam (mg/L)

W : massa dari adsorben (g)

V : volume larutan logam (L).

Penentuan kapasitas adsorpsi Pb(II) pada karbon aktif

Pembuatan larutan stok sampel Pb(II) pada konsentrasi 1000 mg/L yaitu dengan menimbang sebanyak 1,598 gram $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ dilarutkan dengan akuades dan ditepatkan dalam labu ukur 1 L. Konsentrasi Pb(II) sebesar 500 mg/L, 100mg/L, 50 mg/L, 25 mg/L dan 10 mg/L dibuat dengan cara pengenceran dari larutan stok tersebut. Sebanyak 0.5 gram karbon aktif sabut pinang dimasukkan masing-masing ke dalam 5 erlenmeyer yang berisi 25 mL larutan Pb(II) dengan variasi konsentrasi 500 mg/L, 100mg/L, 50 mg/L, 25 mg/L dan 10 mg/L. Larutan kemudian diaduk selama 120 menit. Campuran tersebut disaring menggunakan penyaring vakum dengan kertas saring. Absorbansi filtrat diukur dengan menggunakan spektrofotometri serapan atom. Penentuan kapasitas adsorpsi Pb(II) pada karbon aktif hasil penelitian dilakukan menggunakan model isotherm adsorpsi Langmuir, Freundlich dan BET.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Karbon Aktif Sabut Pinang

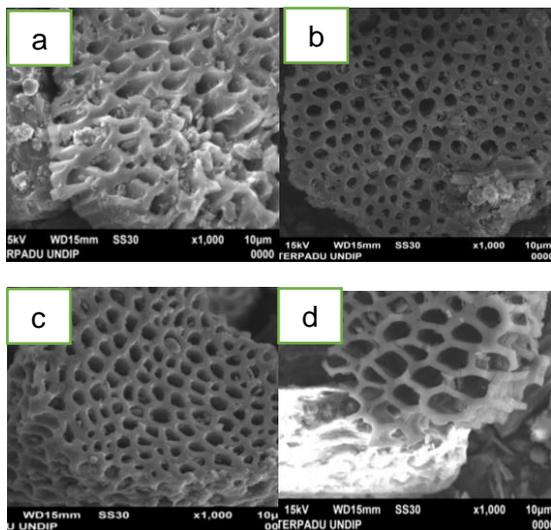
Proses pembuatan karbon aktif sabut pinang dilakukan melalui tiga tahap yaitu preparasi, karbonisasi dan aktivasi. Proses karbonisasi umumnya dilakukan pada suhu berkisar $300-800^\circ\text{C}$.



Gambar 1. Karakter fisik dari (a) sabut pinang sebelum proses karbonisasi (b) sabut pinang setelah karbonisasi.

Tahap aktivasi karbon sabut pinang bertujuan untuk meningkatkan kualitas karbon. Aktivasi secara kimia dilakukan menggunakan asam sulfat (H_2SO_4) dengan konsentrasi 0,5M, 1M, 1,5M. Proses aktivasi bertujuan untuk membuka pori-pori karbon yang tertutup saat karbonisasi oleh zat-zat sisa pembakaran sehingga daya adsorpsi karbon semakin meningkat. Asam sulfat pada aktivasi kimia akan diserap oleh karbon sabut pinang yang menyebabkan terjadinya pemutusan ikatan pada senyawa organik dan melarutkan mineral-mineral anorganik sehingga pori dari karbon akan semakin terbuka.

Hasil SEM yang digunakan pada penelitian ditunjukkan pada Gambar 2. Uji SEM dilakukan untuk mengetahui perubahan morfologi permukaan karbon setelah diaktivasi.



Gambar 2. Gambar SEM dari (a).karbon tanpa aktivasi,(b) Karbon aktif teraktivasi H_2SO_4 0,5M, (c) Kabon aktif 1M,(d) Kabon aktif 1,5M

Uji SEM menunjukkan pori karbon tanpa aktivasi, masih tertutup oleh pengotor. Aktif sabut pinang teraktivasi H_2SO_4 menunjukkan adanya perubahan dengan banyaknya pori yang terbuka terlihat pada pembesaran 1000x. Ukuran pori pada permukaan karbon aktif sangat berpengaruh pada proses adsorpsi. Semakin banyak pori yang terbuka pada permukaan karbon aktif maka proses adsorpsi akan berlangsung baik, dan semakin banyak adsorbat yang terjerap pada pori adsorben, maka proses adsorpsi

dapat berlangsung dengan sempurna. Hasil karakterisasi SEM ini sesuai dengan hasil karakterisasi menggunakan SEM yang dilakukan oleh Fillayati dan Rusmini (2012) menunjukkan bahwa aktivasi menggunakan H_2SO_4 dapat membentuk pori yang lebih terbuka.

Kualitas Karbon Aktif Sabut Pinang Hasil Penelitian

Hasil Penentuan Kadar Air

Penentuan kadar air dilakukan untuk mengetahui sifat higroskopis karena karbon aktif memiliki sifat afinitas yang besar terhadap air (Mu'jizah, 2010).

Tabel 1. Kadar air karbon aktif sabut pinang pada beberapa variasi konsentrasi aktivator H_2SO_4

Karbon teraktivasi	Sebelum pemanasan (g)	Setelah pemanasan (g)	Kadar air %
Karbon tanpa aktivasi	1,0071	0,9421	6,5
H_2SO_4 0,5M	1,0038	0,9978	0,59
H_2SO_4 1M	1,0091	0,9878	2,1
H_2SO_4 1,5M	1,0085	0,9989	0,95

Kadar air yang terkandung dalam karbon aktif tergantung dari aktivator yang digunakan. Aktivator yang dapat mengikat air yang terkandung dalam karbon aktif cenderung memiliki kadar air yang rendah (Budiono dkk., 2006). Dari data tabel diatas dapat dilihat karbon tanpa aktivasi memiliki kadar air yang lebih besar dibandingkan karbon aktif yang telah diaktivasi dengan H_2SO_4 karena karbon masih mengandung air yaitu dengan persen kadar air sebesar 6,5 %. Kadar air karbon aktif hasil penelitian berada pada rentang 0,5- 2,1% sehingga memenuhi SNI yang mensyaratkan kualitas kadar air pada karbon aktif adalah 15% (Mu'jizah, 2010).

Hasil Penentuan Kadar Abu

Penentuan kadar abu bertujuan untuk mengetahui sisa-sisa mineral dan oksida-oksida logam di dalam karbon aktif yang tidak dapat larut dan terbuang saat dilakukan proses pengarangan dan aktivasi. Berdasarkan SNI 06-3730-1995 kadar abu dari karbon aktif yang diperbolehkan maksimum 15%. karbon aktif hasil penelitian berada ada kisaran 1,83 – 1,49

yang menunjukkan telah memenuhi Standar Nasional Indonesia. Tinggi rendahnya kadar abu dipengaruhi oleh kemampuan aktivator saat aktivasi dalam melarutkan pengotor-pengotor yang berupa oksida logam dan mineral anorganik yang menutupi pori karbon aktif. Sisa-sisa mineral dalam karbon aktif sebagian besar telah terbuang saat proses aktivasi sehingga tidak menutup pori karbon aktif.

Tabel 2. Kadar abu karbon aktif sabut pinang variasi beberapa konsentrasi aktivator H₂SO₄

Aktivator	Sebelum pemanasan (gr)	Setelah pemanasan (gr)	Kadar abu (%)
Karbon tanpa aktivasi	1,0000	0,0457	4,57
H ₂ SO ₄ 0,5M	1,0000	0,0183	1,83
H ₂ SO ₄ 1M	1,0000	0,0170	1,7
H ₂ SO ₄ 1,5M	1,0000	0,0149	1,49

Hasil Penentuan Luas Permukaan Karbon Aktif Dengan Gas Sorption Analyzer (GSA)

Luas permukaan dapat dianalisis dengan uji adsorpsi-desorpsi gas N₂ dengan menggunakan persamaan Brunauer, Emmet, dan Teller (BET).

Tabel 3. Hasil analisis luas permukaan karbon aktif sabut pinang tanpa dan dengan aktivasi

Jenis karbon aktif	Luas permukaan (m ² /g)
Karbon tanpa aktivasi	2,744
Karbon teraktivasi H ₂ SO ₄ 0,5M	15,195
Karbon teraktivasi H ₂ SO ₄ 1M	67,883
Karbon teraktivasi H ₂ SO ₄ 1,5M	550,306

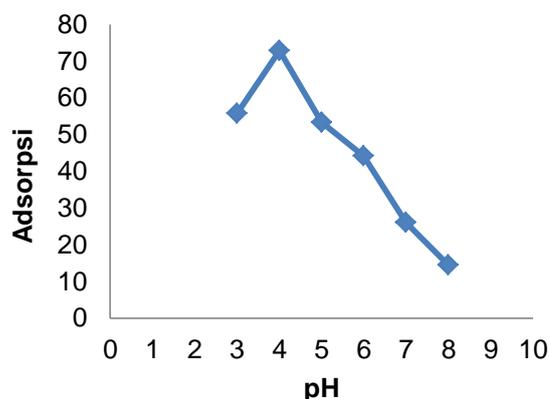
Karbon aktif 1,5M memiliki luas permukaan paling besar dibandingkan karbon aktif 0,5M dan karbon aktif 1M karena semakin tinggi konsentrasi asam sulfat banyak pengotor-pengotor yang dapat terlarut sehingga luas permukaan meningkat. Berdasarkan data ini, disimpulkan bahwa karbon dengan aktivasi

H₂SO₄ memiliki kualitas yang baik dan dapat digunakan sebagai adsorben.

Karakterisasi Adsorpsi Pb(II) Pada Karbon Aktif Sabut Pinang

Hasil Penentuan pH Optimum untuk Adsorpsi Pb(II)

Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu parameter yang dapat mempengaruhi adsorpsi ion logam dalam larutan.

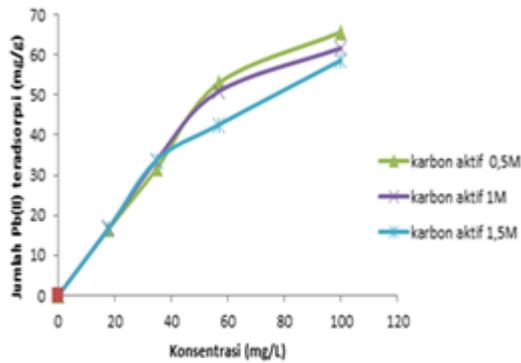


Gambar 3. Grafik pH optimum Pb(II)

Adsorpsi Pb(II) pada karbon aktif terjadi pada pH 8, dan mencapai adsorpsi maksimum pada pH 4, mengindikasikan bahwa mekanisme adsorpsi Pb(II) selain terjadi pada pori (fisik) juga melibatkan interaksi elektrostatis atau pertukaran ion dengan ion H⁺ pada gugus aktif adsorben (Shofiyani dan Gusrizal, 2006). Pada pH yang lebih tinggi yaitu 6-8 terjadi penurunan yang sangat signifikan (hampir tidak ada adsorpsi) karena pada kondisi tersebut seluruh Pb(II) telah terendapkan sebagai Pb hidroksida.

Hasil Penentuan Kapasitas Maksimum Adsorpsi Pb (II) oleh Karbon Aktif Sabut Pinang

Penentuan kapasitas adsorpsi bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan karbon aktif mengadsorpsi Pb (II). Jumlah ion Pb(II) teradsorpsi pada karbon aktif sabut pinang berbagai konsentrasi ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Pengaruh konsentrasi awal terhadap kapasitas adsorpsi Pb(II)

Peningkatan jumlah logam yang teradsorpsi oleh karbon teraktivasi H_2SO_4 0,5M, 1M, dan 1,5M berbanding lurus dengan tingginya konsentrasi ion logam. Semakin tinggi konsentrasi Pb(II) maka semakin banyak ion yang berinteraksi dengan karbon aktif sehingga adsorpsi yang terjadi semakin besar. Hal ini sejalan dengan asumsi bahwa semakin besar konsentrasi adsorbat, maka akan semakin banyak jumlah adsorbat yang terkumpul pada permukaan adsorben (Syauqiah dkk., 2011). Pada awal konsentrasi Pb(II), permukaan karbon sabut pinang teraktivasi dengan H_2SO_4 belum mengalami kejenuhan sehingga adsorpsi masih cenderung meningkat. Pada konsentrasi 100 mg/L setiap 0,5 gram karbon aktif mampu menjerap 65,7 mg/L ion Pb(II) dengan kapasitas adsorpsi sebesar 6,57 mg/g.

Penentuan kapasitas adsorpsi Pb(II) dihitung berdasarkan model isotherm adsorpsi Langmuir, Freundlich, dan BET. Model isotherm Langmuir untuk mengonfirmasi jenis adsorpsi kimia pada monolayer, isotherm Freundlich untuk menjelaskan adsorpsi pada situs aktif yang heterogen dan isotherm BET untuk menjelaskan adsorpsi fisik pada multilayer. Hasilnya ditunjukkan pada Tabel 4.

Adsorpsi Pb(II) oleh karbon aktif sabut pinang teraktivasi H_2SO_4 0,5M, 1M, dan 1,5M lebih cenderung mengikuti isotherm BET yang dapat dilihat dari nilai koefisien korelasinya (R^2) berturut-turut sebesar 0,965, 0,986 dan 0,962. Nilai linearitas semakin mendekati 1 maka semakin sesuai model isotherm adsorpsi tersebut dalam menggambarkan proses adsorpsi adsorbat oleh adsorben. Isotherm BET

menggambarkan adsorpsi yang terjadi pada lapisan multilayer yang terjadi di atas lapisan adsorbat *monolayer* (Foo dan Hameed, 2010). Asumsi diatas menunjukkan bahwa adsorpsi ion Pb(II) pada adsorben karbon aktif sabut pinang terjadi pada lapisan multilayer. BET berasumsi bahwa molekul-molekul adsorbat bisa membentuk lebih dari satu lapisan adsorbat dipermukaannya. Hasil penelitian ini diperoleh kemampuan satu gram lapisan monolayer adalah sebesar 1,834mg/g

Tabel 4. Parameter adsorpsi Pb(ii) pada karbon sabut pinang teraktivasi H_2SO_4

Sampel	Langmuir	Freundlich	BET
Karbon aktif 0,5M	$R^2 = 0,935$ $K_L : 10,921$ L/mg $q_m = 1,501$ mg/g	$R^2 = 0,743$ $K_f : 1,552$ L/mg $N = 2,070$ mg/g	$R^2 = 0,965$ $C_{BET} : 62,8$ L/mg $q_s = 3,185$ mg/g
Karbon aktif 1M	$R^2 = 0,691$ $K_L : 3,829$ L/mg $q_m = 2,808$ mg/g	$R^2 = 0,616$ $K_f : 1,883$ L/mg $N = 4,257$ mg/g	$R^2 = 0,986$ $C_{BET} : -$ 141,333 L/mg $q_s = 2,358$ mg/g
Karbon aktif 1,5 M	$R^2 = 0,935$ $K_L : 10,921$ L/mg $q_m = 1,501$ mg/g	$R^2 = 0,594$ $K_L : 2,472$ L/mg $q_m = 8,184$ mg/g	$R^2 = 0,962$ $C_{BET} : -$ 49,545 L/mg $q_s = 1,834$ mg/g

Keterangan :

- R^2 : Koefisien Korelasi
- q_m : Jumlah adsorbat yang memenuhi lapisan monolayer (mg/g)
- K_a : Kontanta isotherm Langmuir (L/mg)
- n : Intensitas adsorpsi
- K_f : Kontanta isotherm Freundlich
- q_s : Isotherm teoritis kapasitas kejenuhan (mg/g)
- C_{BET} : Isotherm adsorpsi BET interaksi energi pada permukaan (L/mg)

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa karbon sabut buah pinang teraktivasi asam sulfat dengan konsentrasi 0,5M, 1M, dan 1,5M memiliki kadar air 0,59%, 2,11%, 95%, dan kadar abu 1,83%, 1,7%, 1,49 dengan luas permukaan berturut-turut sebesar 15,195m²/g, 67,883m²/g dan 550,306m²/g. pH optimum adsorpsi Pb(II) pada karbon sabut pinang teraktivasi asam sulfat terjadi

pada pH 4. Kapasitas adsorpsi karbon aktif dari sabut buah pinang terhadap Pb(II) adalah sebesar 6,57 mg/g dan mengikuti mekanisme adsorpsi isotherm BET.

DAFTAR PUSTAKA

- Imawati, A, 2015, Kapasitas Adsorpsi Maksimum Ion Pb(II) Oleh Arang Aktif Ampas Kopi teraktivasi HCl dan H₃PO₄, JKK, Volume 4(2), halaman 50-61
- Budiono, A., Suhartana, Gunawan, 2009, Pengaruh Aktivasi Arang Tempurung Kelapa dengan Asam Sulfat dan Asam Fosfat untuk Adsorpsi Fenol, Laboratorium Kimia Anorganik, Laboratorium Kimia Analitik. Jurusan Kimia, Universitas Diponegoro.
- Cyriac, M. B., Pai. V., Varghese, I., Shantaram, M., Jose, M., 2012, Antimicrobial Properties of Areca Chatechu (Areca Nut) Husk Extracts Against Common Oral Pathogens, International Journal Research Ayurvedic Pharmaceutical, 3(1), 81-84
- Filayati, R.M., dan Rusmini., 2012, Pengaruh Massa Bentonit Teraktivasi H₂SO₄ Terhadap Daya Adsorpsi Iodium, *Journal of Chemistry*, UNESA, Vol.1, No.1, Hal 59-67.
- Foo, K.Y., dan Hameed, B.H., 2010, Insight into the Modeling of Adsorption Isotherm System, *Chemical Engineering Journal*, 156, Hal 2-10.
- Khairani, F., Itnawati., Bali, S., 2015, Potensi Arang Aktif dari Limbah Tulang Kambing Sebagai Adsorben Ion Besi (III), Kadmium (II), Klorida dan Sulfat Dalam Larutan, Universitas Riau, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Pekanbaru.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001, Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, Pemerintahan Republik Indonesia, Jakarta.
- Sembiring, M. T dan Sinaga. T. S. 2003. Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatan). Sumatra Utara: Jurusan Teknik Industri. Fakultas Teknik Universitas Sumatra Utara.
- Saputro, G.A., 2012, Pemanfaatan Arang Aktif Kulit Kakao (*Theobroma Cacao L*) sebagai Adsorben Ion Pb(II) dan Cu (II), Universitas Negeri Papua, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Manokwari, (Tesis).
- Shofiyani, A., dan Gusrizal, 2006, Pengaruh pH dan Penentuan Kapasitas Adsorpsi Logam Berat pada Biomassa Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences Univeristy of Tanjungpura,
- SNI., 1995, Arang Aktif Teknis, Standar Nasional Indonesia. SNI 06-3730-1995. Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Syauqiah, I., Mayang, A., dan Hetty, A.K., 2011, Analisis Variasi Waktu dan Kecepatan Pengadukan pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat dengan Arang Aktif, *Jurnal Info Teknik*, Vol. 12, No. 1, Hal 11-20.
- Volesky, B., and Naja, G., 2005, Biosorption Application Strategies, In: Proceedings of the 16th Internat, Biotechnol, Symp.(S.T.L.Harrison).