

**KARAKTERISASI KEASAMAN DAN LUAS PERMUKAAN  
TEMPURUNG KELAPA HIJAU (*Cocos nucifera*)  
DAN PEMANFAATANNYA SEBAGAI BIOSORBEN ION Cd<sup>2+</sup>**

**I. A. G. Widihati, Oka Ratnayani, dan Yunita Angelina**

*Jurusan Kimia FMIPA Universitas Udayana, Bukit Jimbaran*

### ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian mengenai karakterisasi keasaman dan luas permukaan tempurung kelapa hijau (*Cocos nucifera*) dan pemanfaatannya sebagai biosorben Cd<sup>2+</sup>. Karakterisasi kimia-fisik biosorben yang diamati meliputi penentuan keasaman permukaan dengan metode analisis gravimetri, titrasi asam basa, dan spektrofotometri inframerah, dan luas permukaan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dengan metode adsorpsi metilen biru. Pemanfaatannya sebagai biosorben Cd<sup>2+</sup> dipelajari dari waktu setimbang, isoterm adsorpsi, kapasitas adsorpsi, dan pengaruh pH terhadap kapasitas adsorpsi.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa keasaman permukaan tempurung kelapa hijau dengan metode analisis gravimetri adalah 39,2647 mmol/g dan titrasi asam basa adalah 39,8843 mmol/g. Nilai luas permukaan yang dihasilkan sebesar 36,5961 m<sup>2</sup>/g. Kapasitas adsorpsi tempurung kelapa hijau (*Cocos nucifera*) terhadap Cd<sup>2+</sup> yaitu 2,5135 mg/g diperoleh pada waktu setimbang 4 jam dengan konsentrasi awal Cd<sup>2+</sup> (isoterm adsorpsi) 50 ppm. Pada pH 11,00 kapasitas adsorpsi biosorben terhadap Cd<sup>2+</sup> meningkat dengan nilai 2,7857 mg/g.

Kata Kunci : tempurung kelapa hijau (*Cocos nucifera*), adsorpsi, Cd<sup>2+</sup>

### ABSTRACT

The characterization of surface acidity and area of green coconut shell (*Cocos nucifera*) and the application of the shell as biosorbent of Cd<sup>2+</sup> have been conducted in this study. The physico-chemical characterization of the biosorbent was observed by surface acidity measurement using gravimetry, acid base titration, and infrared spectrophotometry, and the surface area was determined by spectrophotometer UV-Vis using methylen blue method. The use of this shell as biosorbent of Cd<sup>2+</sup> was studied by the equilibrium time, the adsorption isotherms, the adsorption capacity, and the influence of pH on adsorption capacity.

The result showed that the acidity surface of the green coconut shell determined using gravimetric and acid base titration was 39.2647 mmol/g and 39.8843 mmol/g. The surface area was 36.5961 m<sup>2</sup>/g. The adsorption capacity of green coconut shell (*Cocos nucifera*) as biosorbent of Cd<sup>2+</sup> was 2.5135 mg/g at 4 hours equilibrium time with Cd<sup>2+</sup> and initial concentration (adsorption isotherms) of 50 ppm. At pH 11.00 the adsorption capacity of biosorbent on Cd<sup>2+</sup> increased to 2.7857 mg/g.

Keywords : green coconut shell (*Cocos nucifera*), adsorption, Cd<sup>2+</sup>

### PENDAHULUAN

Tempurung kelapa hijau merupakan lapisan keras yang terdiri dari lignin, selulosa, metoksil, dan berbagai mineral. Kandungan bahan-bahan tersebut beragam sesuai dengan

jenis kelapanya. Struktur yang keras disebabkan oleh silikat (SiO<sub>2</sub>) yang cukup tinggi kadarnya pada tempurung. Berat tempurung sekitar 15-19% dari berat keseluruhan buah kelapa (Esti, 2001).

Indonesia adalah penghasil kelapa hijau yang cukup besar di dunia. Kelapa hijau merupakan bahan alam yang murah, mudah diperoleh dan dapat diupayakan menjadi material yang mempunyai nilai guna yang lebih optimal. Ada tiga jenis varietas kelapa, yaitu (a) kelapa dalam, (b) kelapa genyah dan (c) kelapa hibrida (Esti, 2001).

Salah satu bagian dari kelapa hijau yang dapat dimanfaatkan sebagai adsorben adalah bagian tempurungnya. Bagian ini dapat digunakan sebagai biosorben karena banyak mengandung persenyawaan silikat ( $\text{SiO}_2$ ) 21-26 %, lignin 35-45 %, dan selulosa 23-43 % (Carrijo, *et al.*, 2002), dimana pada senyawa-senyawa tersebut terdapat gugus fungsional polar yaitu gugus karboksil dan asam fenolik yang dapat berfungsi dalam ikatan logam (Ting, *et al.*, 1991; Matheickal, *et al.*, 1999).

Tempurung kelapa hijau dalam adsorpsi logam digunakan karena biaya yang relatif murah, efisien, dan tidak menghasilkan endapan dari logam berat yang terkandung (Volesky, 1990). Sifat kimia-fisik tempurung meliputi keasaman permukaan spesifik dan luas permukaan yang merupakan syarat mutlak dalam aplikasinya sebagai adsorben.

Penggunaan tempurung kelapa sebagai biosorben telah dilakukan oleh Ariyanti (2001), dimana penelitian tersebut menggunakan arang tempurung kelapa sebagai biosorben terhadap logam Pb dengan melakukan aktivasi dengan  $\text{ZnCl}_2$ . Pino, *et al.* (2006) juga menggunakan tempurung kelapa hijau sebagai biosorben logam berat  $\text{Cd}^{2+}$ , dimana hasil penelitiannya menunjukkan bahwa kapasitas adsorpsi tempurung kelapa hijau terhadap logam berat tersebut sangat dipengaruhi oleh pH.

Oleh sebab itu, pada penelitian ini tempurung kelapa hijau digunakan sebagai biosorben ion Kadmium ( $\text{Cd}^{2+}$ ), dan dipelajari pula bagaimana pengaruh pH terhadap adsorpsi  $\text{Cd}^{2+}$ .

Untuk menentukan hal di atas, maka perlu dilakukan penelitian sifat-sifat kimia-fisik yaitu keasaman dan luas permukaan dari tempurung kelapa hijau, kapasitas adsorpsi tempurung kelapa hijau, dan pengaruh pH terhadap adsorpsi  $\text{Cd}^{2+}$  pada tempurung kelapa hijau.

## MATERI DAN METODE

### Bahan

Bahan-bahan yang akan digunakan adalah tempurung kelapa hijau (diperoleh dari daerah Jimbaran). Bahan-bahan kimia yang berkualitas analitik (*analytical grade*) meliputi  $\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ , metilen biru, amoniak, NaOH,  $\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ , HCl (37%(v/v)), BJ = 1,18 kg/L, indikator phenolphthalein, buffer 4,00; 7,20; dan 11,00, dan akuades.

### Peralatan

Peralatan yang digunakan adalah seperangkat peralatan gelas, mortar, ayakan 106  $\mu\text{m}$ , oven, desikator, pengaduk magnet, hotplate, pengering, timbangan analitik, pH meter, bola hisap, dan pencatat waktu. Peralatan instrumen meliputi spektrofotometer UV-Vis, spektrofotometer inframerah, dan spektrofotometer serapan atom.

### Cara Kerja

#### Preparasi Sampel

Tempurung kelapa hijau yang telah diperoleh, dicuci dan dikeringkan. Setelah kering, tempurung dipotong-potong dan dihaluskan. Tempurung yang telah berupa serbuk, dikeringkan kembali dalam oven pada suhu 110-120  $^{\circ}\text{C}$ , kemudian diayak dengan ayakan 106  $\mu\text{m}$ . Hasil ayakan tersebut dicuci dengan akuades, disaring, dan dikeringkan dalam oven pada suhu 110-120  $^{\circ}\text{C}$ . Setelah itu, serbuk tempurung kelapa hijau disimpan dalam desikator untuk penelitian selanjutnya.

#### Penentuan Keasaman Permukaan Tempurung Kelapa Hijau

##### 1. Metode Analisis Gravimetri

Sebanyak 0,50 g sampel yang telah dipanaskan dalam oven pada temperatur 110-120  $^{\circ}\text{C}$  selama 2 jam, dimasukkan ke dalam cawan porselin, kemudian dimasukkan ke dalam desikator yang didalamnya telah dijenuhkan dengan uap amoniak. Desikator ditutup dan sampel dibiarkan kontak dengan uap amoniak selama 24 jam, kemudian desikator dibuka dan

uap amoniak yang ada pada porselin dibiarkan menguap selama 3 jam, dan selanjutnya tempurung ditimbang secara teliti. Berat amoniak yang teradsorpsi dapat dihitung dari selisih berat sebelum dan setelah tempurung mengadsorpsi amoniak.

## 2. *Titration Asam Basa*

Disiapkan 3 buah erlenmeyer 100 mL, masing-masing diisi dengan 0,50 g sampel, kemudian pada tiap erlenmeyer ditambahkan 25,0 mL larutan NaOH 1 M. Campuran tersebut diaduk dengan pengaduk magnet selama 15 menit dan disaring menggunakan kertas saring. Perlakuan yang sama juga dilakukan terhadap blanko yang hanya mengandung 25,0 mL larutan NaOH 1 M. Masing-masing filtrat ditambahkan 2-3 tetes indikator phenolphthalein (pp) yang ditandai dengan munculnya warna merah muda. Filtrat tersebut dititrasi dengan larutan HCl 1 M sampai terjadi perubahan warna, berubah menjadi warna filtrat awal.

## 3. *Metode Spektrofotometri Inframerah*

Sampel yang telah disiapkan dari metode analisis gravimetri sebanyak 20-30 mg, dibuat pelet yang tipis dan transparan dengan bubuk KBr. Selanjutnya, pelet diletakkan pada sel dan analisis dilakukan pada bilangan gelombang 400-4000  $\text{cm}^{-1}$ .

### *Penentuan Luas Permukaan Tempurung Kelapa Hijau*

Untuk menentukan luas permukaan tempurung kelapa hijau dapat digunakan metode adsorpsi metilen biru. Terlebih dahulu dilakukan penentuan panjang gelombang maksimum. Dalam penentuan panjang gelombang maksimum tersebut, dibuat larutan standar metilen biru 2 ppm sebanyak 10,0 mL, kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang antara 500-700 nm menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Kurva standar metilen biru dibuat berdasarkan absorbansi dari berbagai konsentrasi larutan standar metilen biru 1, 2, 3, dan 4 ppm pada panjang gelombang maksimum.

Tempurung kelapa hijau diujikan untuk mengadsorpsi larutan metilen biru. Sebanyak 0,50 g sampel ditambahkan ke dalam 20,0 mL

larutan metilen biru 50 ppm, diaduk menggunakan pengaduk magnet dengan waktu kontak yang bervariasi yaitu 5, 10, 15, 20, 30, 40, 50, dan 60 menit. Larutan hasil pengadukan disaring dan filtratnya dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum larutan metilen biru tersebut. Absorbansi yang diperoleh, dimasukkan dalam persamaan regresi linier metilen biru, sehingga didapatkan konsentrasi metilen biru dalam filtrat. Konsentrasi metilen biru dalam filtrat merupakan berat teradsorpsi maksimum (g/g).

### *Penentuan Waktu Setimbang Tempurung Kelapa Hijau*

Disiapkan 6 buah erlenmeyer 100 mL, masing-masing diisi dengan 0,50 g sampel, kemudian pada tiap erlenmeyer ditambahkan 25,0 mL larutan  $\text{Cd}^{2+}$  100 ppm. Campuran tersebut diaduk dengan pengaduk magnet selama 1, 2, 4, 6, dan 9 jam pada suhu 27 °C. Selanjutnya campuran disaring dan filtratnya diukur dengan spektrofotometer serapan atom. Absorbansi yang terbaca kemudian dimasukkan ke dalam persamaan regresi, sehingga konsentrasi  $\text{Cd}^{2+}$  dalam filtrat dapat ditentukan. Untuk mengetahui waktu setimbang, dibuat grafik antara banyaknya  $\text{Cd}^{2+}$  yang teradsorpsi per gram adsorben dengan variasi waktu tersebut.

### *Penentuan Isoterm Adsorpsi Tempurung Kelapa Hijau*

Disediakan 6 buah erlenmeyer 100 mL, masing-masing diisi dengan 0,50 g sampel, kemudian pada tiap erlenmeyer ditambahkan 25,0 mL larutan  $\text{Cd}^{2+}$  dengan konsentrasi yang berbeda-beda yaitu 10, 25, 50, 75, dan 100 ppm. Campuran tersebut diaduk selama waktu yang diperoleh dari penentuan waktu setimbangnya (hasil 3.3.4) pada suhu 27°C. Selanjutnya campuran disaring dan filtratnya diukur dengan spektrofotometer serapan atom.

### *Penentuan Kapasitas Adsorpsi Tempurung Kelapa Hijau*

Sebanyak 0,50 g sampel dimasukkan ke dalam erlenmeyer 100 mL. Pada erlenmeyer

tersebut ditambahkan 25,0 mL larutan  $Cd^{2+}$  dengan konsentrasi yang didapatkan dari penentuan isoterm adsorpsi (hasil 3.3.5) dan diaduk menggunakan pengaduk magnet selama waktu setimbang (hasil 3.3.4) pada suhu 27 °C. Selanjutnya, campuran tersebut disaring dan filtratnya diukur dengan spektrofotometer serapan atom.

***Pengaruh pH terhadap Kapasitas Adsorpsi Tempurung Kelapa Hijau***

Disediakan 3 buah erlenmeyer 100 mL, masing-masing diisi dengan 0,50 g sampel, kemudian pada tiap erlenmeyer ditambahkan 10,0 mL larutan buffer 4,00; 7,20; dan 11,00. Pada erlenmeyer tersebut ditambahkan 25,0 mL larutan  $Cd^{2+}$  dengan konsentrasi yang didapatkan dari penentuan isoterm adsorpsi (hasil 3.3.5) dan diaduk menggunakan pengaduk magnet selama waktu setimbang (hasil 3.3.4) pada suhu 27°C. Selanjutnya, campuran tersebut disaring dan filtratnya diukur dengan spektrofotometer serapan atom.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Penyiapan Tempurung Kelapa Hijau (*Cocos nucifera*)**

Tempurung kelapa hijau (*Cocos nucifera*) yang digunakan diperoleh dari pedagang kelapa hijau daerah Jimbaran pada tanggal 23 September 2008. Determinasi tumbuhan sudah dilakukan untuk pembuktian tempurung kelapa hijau (*Cocos nucifera*) di Balai Kebun Raya Eka Karya Bali.

Tempurung kelapa hijau sebelum dikarakterisasi sifat kimia-fisiknya sebagai biosorben, dimana terlebih dahulu dilakukan preparasi yaitu dicuci dengan air tawar untuk meminimalisasi komponen-komponen pengotor seperti tanah dan pasir. Tempurung yang telah dicuci, dijemur sampai kering, dan dihaluskan hingga berupa serbuk. Setelah itu, serbuk diayak agar diperoleh butiran tempurung halus dengan ukuran partikel yang homogen. Serbuk yang telah diayak, dicuci dengan akuades, disaring, dan dikeringkan pada suhu 110-120 °C untuk menghilangkan molekul air yang terperangkap

secara bebas pada tempurung. Preparasi tersebut menghasilkan biosorben yang akan dikarakterisasi untuk menentukan keasaman dan luas permukaannya, serta perlakuan adsorpsi terhadap  $Cd^{2+}$ .

**Keasaman Permukaan Tempurung Kelapa Hijau**

Penentuan keasaman permukaan biosorben bertujuan untuk mengetahui jumlah mmol situs asam yang terikat pada biosorben tiap gramnya. Penentuan keasaman permukaan tempurung kelapa hijau (*Cocos nucifera*) dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif. Secara kuantitatif dilakukan dengan metode analisis gravimetri dan titrasi asam basa.

Hasil analisis metode analisis gravimetri menunjukkan bahwa keasaman permukaan tempurung kelapa hijau adalah 39,2647 mmol/g. Seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai Keasaman Permukaan Tempurung Kelapa Hijau dengan Metode Analisis Gravimetri

Ulangan	Ka (mmol/g)	Situs Asam ( $10^{20}$ atom/g)
I	39,2432	236,4520
II	39,4552	
III	39,0957	
Rata-rata	39,2647	

Keasaman permukaan tempurung kelapa hijau yang relatif tinggi, diduga berasal dari karena terbentuknya situs asam Lewis, sehingga dengan adanya molekul amoniak akan terjadi asosiasi dengan situs asam Lewis tersebut. Terbentuknya situs asam Lewis berfungsi sebagai akseptor elektron bebas terhadap donor elektron yang disumbangkan oleh atom N dari molekul amoniak yang selanjutnya bergabung dengan asam lewis.

Penentuan keasaman permukaan dengan metode titrasi asam basa, dimana situs asam biosorben direaksikan dengan basa (NaOH) berlebih. Sisa NaOH yang tidak bereaksi dengan sampel dititrasi dengan HCl sehingga jumlah zat-zat yang bereaksi, ekuivalen satu sama lain. Hasil perhitungan keasaman permukaan

tempurung kelapa hijau (*Cocos nucifera*) sebesar 39,8843 mmol/g dirangkum pada Tabel 2 berikut :

Tabel 2. Nilai Keasaman Permukaan Tempurung Kelapa Hijau dengan Metode Titrasi Asam Basa

Ulangan	Ka (mmol/g)	Situs Asam ( $10^{20}$ atom/g)
I	39,9416	240,2231
II	39,8767	
III	39,8345	
Rata-rata	39,8843	

Perbedaan metode analisis keasaman permukaan tersebut menghasilkan nilai keasaman permukaan yang tidak jauh berbeda, tetapi metode analisis gravimetri memberikan nilai keasaman permukaan yang lebih rendah. Hal ini mungkin disebabkan karena tidak semua molekul amoniak teradsorpsi oleh permukaan tempurung kelapa hijau (*Cocos nucifera*).

Secara kualitatif, keasaman permukaan dilakukan dengan spektrofotometer inframerah. Analisis spektra IR yang didapatkan menunjukkan bahwa pada sampel ditemukan adanya situs asam Brønsted dan asam lewis. Situs asam Brønsted diindikasikan vibrasi tekuk dari  $\text{NH}_4^+$  dengan munculnya pita serapan pada bilangan gelombang  $1396,46 \text{ cm}^{-1}$ . Keberadaan situs asam Lewis ditunjukkan oleh munculnya pita serapan pada bilangan gelombang  $1504,48 \text{ cm}^{-1}$  yang mengindikasikan terjadinya vibrasi tekuk N-H (Widihati, 2002). Munculnya puncak pada bilangan gelombang  $3425,58 \text{ cm}^{-1}$  dengan intensitas yang kuat dan tajam menunjukkan adanya gugus  $-\text{OH}$  bebas pada tempurung kelapa hijau, sedangkan pada  $1658,78 \text{ cm}^{-1}$  menandakan adanya gugus  $\text{C}=\text{O}$ .

### Luas Permukaan Tempurung Kelapa Hijau

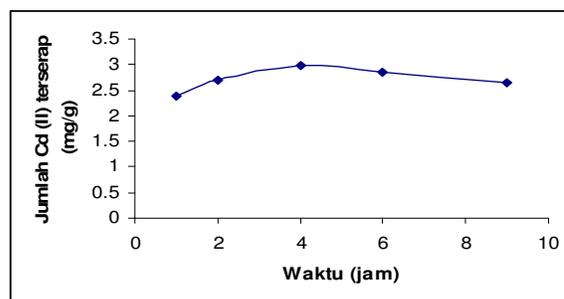
Luas permukaan tempurung kelapa hijau (*Cocos nucifera*) merupakan salah satu karakter fisik yang penting dalam proses adsorpsi, selain situs aktif pada keasaman permukaan, karena luas permukaan mempengaruhi juga banyaknya adsorbat yang dapat teradsorpsi. Penentuan luas permukaan dilakukan dengan menggunakan metode adsorpsi metilen biru. Banyaknya molekul metilen biru yang dapat diadsorpsi

sebanding dengan luas permukaan biosorben. Hasil pengukuran luas permukaan biosorben tempurung kelapa hijau (*Cocos nucifera*).

Berdasarkan data yang didapatkan, luas permukaan spesifik tempurung kelapa hijau (*Cocos nucifera*) adalah  $36,5961 \text{ m}^2/\text{g}$ .

### Waktu Setimbang Adsorpsi terhadap $\text{Cd}^{2+}$

Penentuan waktu setimbang adsorpsi bertujuan untuk mengetahui waktu minimum yang dibutuhkan oleh biosorben dalam menyerap logam  $\text{Cd}^{2+}$  secara maksimum sampai tercapai keadaan jenuh. Keadaan jenuh apabila biosorben direaksikan dengan larutan logam  $\text{Cd}^{2+}$  melewati waktu setimbangnya maka biosorben tidak mampu lagi menyerap logam tersebut. Waktu setimbang tempurung kelapa hijau (*Cocos nucifera*) terhadap logam  $\text{Cd}^{2+}$  dapat diketahui dengan cara membuat grafik antara banyaknya  $\text{Cd}^{2+}$  yang teradsorpsi (mg) per gram adsorben dengan variasi waktu yang digunakan. Grafik tersebut ditampilkan dalam Gambar 1.



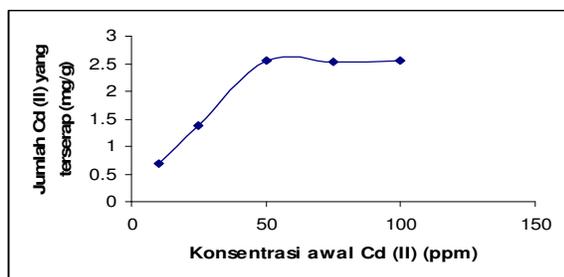
Gambar 1. Grafik Waktu Setimbang Tempurung Kelapa Hijau

Berdasarkan Gambar 1 jumlah adsorpsi biosorben terhadap logam  $\text{Cd}^{2+}$  naik turun dengan bertambahnya waktu. Pada keadaan awal waktu interaksi 1 jam sampai 4 jam logam  $\text{Cd}^{2+}$  yang terserap terus meningkat, tetapi setelah diinteraksikan 6 jam sampai 9 jam jumlah logam  $\text{Cd}^{2+}$  yang terserap turun. Hasil penelitian mendapatkan penyerapan tempurung kelapa hijau (*Cocos nucifera*) terhadap logam Cd (II) yang paling besar ditunjukkan pada waktu 4 jam yaitu sebesar  $2,9814 \text{ mg/g}$ , dibandingkan adsorpsi dengan waktu lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa waktu setimbang adsorpsi

tempurung kelapa hijau (*Cocos nucifera*) terhadap logam  $Cd^{2+}$  yaitu 4 jam, waktu ini akan digunakan lebih lanjut untuk penentuan isoterm adsorpsi.

### Isoterm Adsorpsi terhadap $Cd^{2+}$

Penentuan isoterm adsorpsi dilakukan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi logam  $Cd^{2+}$  yang diinteraksikan terhadap jumlah logam  $Cd^{2+}$  yang terserap oleh biosorben pada suhu kamar ( $27\text{ }^{\circ}C$ ). Penentuan isoterm adsorpsi ini dilakukan dengan variasi konsentrasi yaitu 10, 25, 50, 75, dan 100 ppm. Berdasarkan hasil penelitian, hubungan antara jumlah  $Cd^{2+}$  yang terserap oleh tempurung kelapa hijau (mg/g) terhadap konsentrasi awal  $Cd^{2+}$  dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Waktu Setimbang Tempurung Kelapa Hijau

Pada penentuan isoterm adsorpsi jumlah  $Cd^{2+}$  yang teradsorpsi per gram tempurung kelapa hijau mencapai nilai maksimum pada konsentrasi awal  $Cd^{2+}$  50 ppm, dengan kapasitas adsorpsinya sebesar 2,5662 mg/g. Pada saat tempurung kelapa hijau diinteraksikan dengan konsentrasi  $Cd^{2+}$  yang lebih tinggi yaitu 100 ppm, didapatkan kapasitas adsorpsi yang hampir sama yaitu 2,5556 mg/g. Dengan demikian, konsentrasi awal  $Cd^{2+}$  50 ppm digunakan dalam penentuan kapasitas adsorpsi tempurung kelapa hijau terhadap  $Cd^{2+}$ .

Isoterm adsorpsi dari tempurung kelapa hijau (*Cocos nucifera*) dapat diklasifikasikan tipe L (isoterm Langmuir). Pola isoterm ini memperlihatkan afinitas yang relatif tinggi antara zat terlarut ( $Cd^{2+}$ ) dengan biosorben

(tempurung kelapa hijau) pada tahap awal dan selanjutnya konstan.

### Kapasitas Adsorpsi terhadap $Cd^{2+}$

Penentuan kapasitas adsorpsi dilakukan untuk mengetahui kemampuan tempurung kelapa hijau dalam menyerap  $Cd^{2+}$ , dengan cara menginteraksikan tempurung kelapa hijau menggunakan konsentrasi yang diperoleh dari penentuan isoterm adsorpsi (50 ppm), kemudian diaduk dengan pengaduk magnet selama 4 jam. Berikut ini hasil pengukuran kapasitas adsorpsi tempurung kelapa hijau disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Nilai Kapasitas Adsorpsi Tempurung Kelapa Hijau

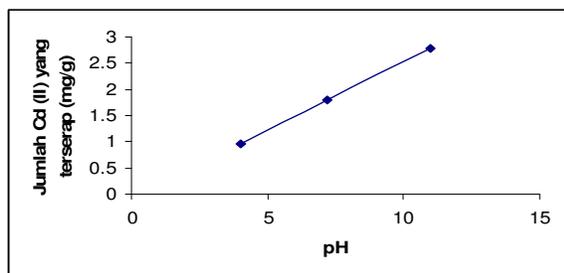
Ulanagan	K (mg/g)
I	2,5022
II	2,5248
Rata-rata	2,5135

Nilai rata-rata kapasitas adsorpsi tempurung kelapa hijau terhadap  $Cd^{2+}$  diperoleh sebesar 2,5135 mg/g. Menurut penelitian Pino, *et al.* (2006), kapasitas adsorpsi maksimum tempurung kelapa hijau terhadap  $Cd^{2+}$  adalah 285,7 mg/g. Nilai kapasitas adsorpsi tersebut jauh berbeda, mungkin dikarenakan rentang konsentrasi yang digunakan Pino, *et al.* (2006) sangat lebar yaitu 20-1000 ppm, dan komposisi komponen tempurung kelapa hijau yang dapat berpengaruh terhadap proses adsorpsi. Adsorpsi yang terjadi adalah adsorpsi kimia dengan mekanisme reaksi yang terjadi antara silikat (pada tempurung kelapa hijau) dengan  $Cd^{2+}$  sebagai berikut (Papirer, 2000) :



### Pengaruh pH terhadap Kapasitas Adsorpsi

Penentuan pengaruh pH terhadap kapasitas adsorpsi dilakukan untuk mengetahui pH yang memberikan nilai kapasitas adsorpsi maksimum dari tempurung kelapa hijau terhadap  $Cd^{2+}$ . Hasil penelitian akan pengaruh pH terhadap jumlah  $Cd^{2+}$  yang terserap oleh tempurung kelapa hijau dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Pengaruh pH terhadap Kapasitas Adsorpsi

Grafik diatas tersebut memperlihatkan pada pH 11,00 jumlah  $Cd^{2+}$  yang terserap tiap gram biosorben paling tinggi dengan nilai kapasitas adsorpsi sebesar 2,7857 mg/g. Penelitian yang telah dilakukan oleh Pino, *et al.* (2006) menerangkan bahwa pada pH 7,00 tempurung kelapa hijau memberikan kapasitas adsorpsi maksimum dengan rentang pH yang digunakan adalah 4,00-9,00. Awal pH 4,00 penyerapan tempurung kelapa hijau naik 69 % dan terus meningkat 98 % pada pH 7. Pada pH diatas 7,00 kapasitas adsorpsi tempurung kelapa hijau cenderung konstan, karena dalam keadaan basa  $Cd^{2+}$  akan membentuk endapan cadmium berupa  $Cd(OH)_2$ , sedangkan pada pH rendah gugus karboksil dan hidroksil tidak dapat mengikat  $Cd^{2+}$  malah akan terjadi reaksi kompleksasi.

Hasil Pino, *et al.* (2006) berbeda dengan penelitian yang dilakukan, dimana penelitian ini mendapatkan bahwa pada pH 11,00 penyerapan tempurung kelapa hijau terhadap  $Cd^{2+}$  memberikan nilai kapasitas adsorpsi maksimum dibandingkan pada pH 4,00 dan 7,20. Hal tersebut mungkin disebabkan karena ukuran partikel endapan cadmium berupa  $Cd(OH)_2$  lebih kecil dibandingkan dengan ukuran pori tempurung kelapa hijau (*Cocos nucifera*), sehingga endapan tersebut dapat teradsorpsi oleh tempurung kelapa hijau. Kemungkinan adsorpsi yang terjadi pada pH 11,00 adalah adsorpsi fisika, dimana ikatan adsorpsi fisika lebih lemah daripada ikatan adsorpsi kimia (Subowo dan Sunjaya, 1985).

## SIMPULAN DAN SARAN

### Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat dikemukakan beberapa kesimpulan, sebagai berikut : keasaman permukaan dari tempurung kelapa hijau yang ditentukan dengan metode titrasi asam basa relatif lebih tinggi daripada metode gravimetri, dengan nilai keasaman permukaannya adalah 39,8843 mmol/g dan 39,2647 mmol/g. Penentuan keasaman permukaan dengan spektrofotometri inframerah menunjukkan bahwa pada tempurung kelapa hijau terdapat situs asam Brønsted dan asam Lewis (ditentukan oleh bilangan gelombang  $1396,46\text{ cm}^{-1}$  dan  $1504,48\text{ cm}^{-1}$ ), gugus  $-OH$  bebas dan gugus  $C=O$  (ditentukan oleh bilangan gelombang  $3425,58\text{ cm}^{-1}$  dan  $1658,78\text{ cm}^{-1}$ ). Luas permukaan spesifik tempurung kelapa hijau (*Cocos nucifera*) pada temperatur  $27\text{ }^{\circ}\text{C}$  sebesar  $36,8643\text{ m}^2/\text{g}$ . Kapasitas adsorpsi tempurung kelapa hijau terhadap  $Cd^{2+}$  adalah 2,5135 mg/g diperoleh pada waktu setimbang 4 jam dengan konsentrasi awal  $Cd^{2+}$  (isoterm adsorpsi) 50 ppm, pada pH 11,00, kapasitas adsorpsi tempurung kelapa hijau terhadap  $Cd^{2+}$  mencapai titik maksimum yaitu 2,7857 mg/g. Sedangkan pada pH 4,00 dan 7,20 kapasitas adsorpsi nilainya berturut-turut 0,9490 mg/g dan 1,7874 mg/g.

### Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menentukan pH, dan optimum kapasitas adsorpsi tempurung kelapa hijau, serta penelitian mengenai kemampuan adsorpsi tempurung kelapa hijau terhadap ion logam lain yang bersifat toksik.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penelitian dalam penulisan karya ilmiah ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Ariyanti, D., 2001, Kemampuan Adsorpsi Karbon Aktif Arang Tempurung Kelapa dan Arang Kayu terhadap Logam Pb, *Skripsi*, Universitas Udayana, Jimbaran
- Carrijo, O. A., Liz, R. S., and Makishima, N., 2002, Fiber of Green Coconut Shell as Agricultural Substratum, *Brazilian Horticulture*, 20 : 533–535
- Esti, S., 2001, <http://www.ristek.go.id>. 5 Jun. 2008
- Matheickal, J. T., Yu, Q., and Woodburn, G. M., 1999, Biosorption of Cadmium(II) from Aqueous Solutions by Pre-treated Biomass of Marine Alga (*Durvillaea potatorum*), *Water Research*, 33 : 335–342
- Papirer, E., 2000, *Adsorption on Silica Surfaces*, Marcel Dekker Inc., New York.
- Pino, G. H., Mesquita, L. M. S., Torem, M. L., and Pinto, G. A. S., 2006, Biosorption of Cadmium by Green Coconut Shell Powder, *Minerals Engineering*, 19 : 380–387
- Subowo, T. dan Sunjaya, A., 1985, *Kimia Fisika 2*, Armico, Bandung
- Ting, Y. P., Prince, I. G., and Lawson, F., 1991, Uptake of Cadmium and Zinc by The Alga *Chlorella Vulgaris*: II, *Biotechnology and Bioengineering*, 37 : 445–455
- Volesky, B., 1990, *Biosorption of Heavy Metals*, CRC Press, USA
- Widihati, I. A. G., 2002, Sintesis Lempung Montmorillonit Terpilar  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  dan Kajian Sifat-sifat Kimia Fisiknya, *Tesis*, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta