

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Gonggong (*Strombus canarium*)

Siput gonggong banyak ditemukan pada substrat pasir berlumpur yang ditumbuhi tanaman laut seperti rumput setu, samo-samo (*Enhalus accoroides*) dan *Thalassia* spp. Kondisi perairan dimana banyak ditemukan siput gonggong, salinitasnya berkisar antara 26 – 32%, pH antara 7,1 – 8,0, oksigen terlarut 4,5 – 6,5 ppm, kecerahan air 0,5 – 3,0 meter serta suhu berkisar antara 26 - 30°C (Amini, 1984 dalam Viruly, 2011).



Gambar 2.1 Limbah cangkang gonggong (*Strombus canarium*)

(Sumber : Data Primer, 2016)

Menurut Nasution dan siska (2011), siput gonggong memakan plankton, detritus dan lamun. Siput gonggong adalah organisme yang *dioecious*, yaitu organisme yang masing – masing terlihat jelas antara jantan dan betina. Musim pemijahan berlangsung mulai akhir Nopember hingga awal Maret. Telur – telur yang telah menetas akan berkembang dalam empat tingkat yang melalui masa periode pendek sebagai planktonik. Pada umur hari 0-3 hari adalah tingkat I veligers; setelah berumur 4-8 hari larva mencapai tingkat II; pada umur 9-16 larva mencapai tingkat III; selanjutnya pada umur 17 hari masuk kepada tingkat IV metamorphosis. Metamorphosis dinyatakan bila telah hilang lobes velar pada

larva dan munculnya propodium yang khas untuk bergerak dari juvenil siput gonggong (Cob, dkk. 2008).

Salah satu organisme kelas gastropoda ini menetap dan berasosiasi di berbagai perairan di provinsi Kepulauan Riau salah satunya perairan Pulau Bintan, khususnya di daerah Madong. Siput gonggong dimanfaatkan oleh nelayan sebagai sumber makanan dan mata pencaharian (Suhardi, 2012). Populasi gonggong di perairan Pulau Bintan dan sekitarnya telah mengalami “*growth overfishing*”. Dengan demikian populasi hewan ini tak sanggup menghadapi tekanan pemungutan yang dilakukan penduduk, karena pertumbuhannya relatif lambat (Andrianto, 1989).

2.2. Adsorpsi

Adsorpsi secara umum merupakan proses pengumpulan substansi terlarut (*soluble*) yang ada dalam larutan oleh permukaan zat daya benda penyerap, dimana terjadi suatu ikatan kimia – fisika antara substansi dan penyerapannya. Proses penyerapan dapat terjadi antara cairan dan gas, padatan atau cairan lainnya (Kasam, dkk. 2005). Pada keadaan awal, adsorben memiliki kemampuan adsorpsi yang rendah. Kapasitas adsorpsi dari adsorben dapat dinaikkan dengan proses aktivasi untuk memberikan sifat yang diinginkan (Sylvillia, 2008). Metode aktivasi secara fisika antara lain dengan menggunakan uap air (H_2O), gas karbondioksida (CO_2), Oksigen (O_2), dan nitrogen (N_2). Gas – gas tersebut berfungsi untuk mengembangkan struktur rongga yang ada pada adsorben sehingga memperluas permukaannya, menghilangkan konstituen yang mudah menguap dan membuang produksi pengotor pada adsorben (Mujijah, 2010). Penentuan kadar abu dapat dilakukan untuk menentukan seberapa banyak mineral ataupun pengotor lainnya yang terdapat dalam adsorben. Pada adsorben terdapat lapisan *monolayer* yang membentuk pori yang biasanya terdapat mineral ataupun pengotor lainnya yang menutupi pori. Ketika terjadi proses aktivasi, pengotor pada lapisan tersebut akan menguap yang menyebabkan pori bertambah luas. Sehingga kemampuan adsorben menyerap senyawa akan semakin baik. Selain itu, penentuan kadar air dapat dilakukan untuk menentukan seberapa banyak air yang

teruapkan sehingga air yang menutupi pori pada adsorben dapat dihilangkan. Hilangnya senyawa air yang terdapat pada pori – pori adsorben menyebabkan luas permukaan pori bertambah luas. Sehingga kemampuan adsorben dalam menjerap senyawa bertambah baik (Rosita, dkk. 2013).

2.2.1. Jenis Adsorpsi

Jenis adsorpsi yang umum dikenal adalah adsorpsi kimia (kimisorpsi) dan adsorpsi fisika (fisorpsi) yaitu :

- a. Menurut Atkins (1990), adsorpsi fisika terjadi karena adanya gaya – gaya fisika. Pada adsorpsi fisika, terjadi beberapa lapisan gas. Besarnya energi adsorpsi fisika ± 10 kJ/mol. Molekul – molekul yang diadsorpsi secara fisika tidak terikat kuat pada permukaan, dan biasanya terjadi proses balik yang cepat (reversibel), sehingga mudah untuk diganti dengan molekul yang lain. Adsorpsi fisika didasarkan pada gaya Van der Waals serta dapat terjadi pada permukaan yang polar dan non polar. Adsorpsi juga mungkin terjadi dengan mekanisme pertukaran ion. Permukaan padatan dapat mengadsorpsi ion – ion dari larutan dengan mekanisme pertukaran ion. Oleh karena itu, ion pada gugus senyawa permukaan padatan adsorbennya dapat bertukar tempat dengan ion – ion adsorbat. Mekanisme pertukaran ini merupakan penggabungan dari mekanisme kimisorpsi dan fisorpsi, karena adsorpsi jenis ini akan mengikat ion – ion yang diadsorpsi dengan ikatan secara kimia, tetapi ikatan ini mudah dilepaskan kembali untuk dapat terjadinya pertukaran ion.
- b. Adsorpsi kimia melibatkan pembentukan ikatan kimia antara adsorbat dan medium pengabsorpsi (adsorben). Daya ikat adsorpsi kimia lebih kuat dari adsorpsi fisika. Panas adsorpsi pada adsorpsi kimia tinggi yaitu 20.000 – 100.000 kal/mol. Banyaknya yang teradsorpsi sebagian besar bergantung pada sifat padatnya, banyaknya molekul yang teradsorpsi merupakan fungsi suhu dan tekanan (Daniels, 1992)

2.2.2. Faktor Adsorpsi

Faktor – Faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah sebagai berikut (Gary, 1997) :

a. Luas permukaan

Semakin luas permukaan adsorben, maka makin banyak zat yang teradsorpsi. Luas permukaan adsorben ditentukan oleh ukuran partikel dan jumlah dari adsorben

b. Jenis adsorbat

Peningkatan polarisabilitas adsorbat akan meningkatkan kemampuan adsorpsi molekul yang mempunyai polarisabilitas yang tinggi (polar) sehingga memiliki kemampuan tarik – menarik terhadap molekul lain dibandingkan molekul yang tidak dapat membentuk dipol (non polar). Peningkatan berat molekul adsorbat dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi. Adsorbat dengan rantai yang bercabang biasanya lebih mudah diadsorpsi dibandingkan rantai yang lurus.

c. Struktur molekul

Adanya gugus hidroksil dan amino mengurangi kemampuan penyisihan sedangkan nitrogen meningkatkan kemampuan penyisihan

d. Konsentrasi

Semakin besar konsentrasi adsorbat dalam larutan maka semakin banyak jumlah substansi yang terkumpul pada permukaan adsorben

e. Temperatur

Pemanasan atau pengaktifan adsorben akan meningkatkan daya serap adsorben terhadap adsorbat menyebabkan pori – pori adsorben lebih terbuka namun pemanasan yang terlalu tinggi menyebabkan rusaknya adsorben sehingga kemampuan penyerapannya menurun

f. pH

Ph larutan mempengaruhi kelarutan ion logam, aktivitas gugus fungsi pada biosorben dan kompetisi ion logam dalam proses adsorpsi

g. Kecepatan pengadukan

Menentukan kecepatan waktu kontak adsorben dan adsorbat. Bila pengadukan terlalu lambat maka proses adsorpsi berlangsung lambat pula, tetapi bila pengadukan terlalu cepat kemungkinan struktur adsorben cepat rusak, sehingga proses adsorpsi kurang optimal

h. Waktu kontak

Penentuan waktu kontak yang menghasilkan kapasitas adsorpsi maksimum terjadi pada waktu kesetimbangan

2.2.3. Metode Adsorpsi

Metode Adsorpsi dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu :

1. Cara statis yaitu ke dalam wadah yang berisi sorben dimasukkan larutan yang mengandung komponen yang diinginkan. Selanjutnya diaduk dalam waktu tertentu. Kemudian dipisahkan dengan cara penyaringan atau dekantasi. Komponen yang telah terikat pada sorben dilepaskan kembali dengan melarutkan sorben dalam pelarut tertentu dan volumenya lebih kecil dan volume larutan mula – mula.
2. Cara dinamis (kolom) yaitu ke dalam kolom yang telah diisi dengan sorben dilewatkan larutan yang mengandung komponen tertentu selanjutnya komponen yang telah terserap dilepaskan kembali dengan mengalirkan pelarut (efluen) sesuai yang volumenya lebih kecil (Apriliani, 2010)

2.3. Aktivasi Adsorben

Aktivasi adalah bagian dari proses pembuatan adsorben yang bertujuan untuk memperbesar ukuran dan distribusi pori serta memperluas permukaan adsorben dengan proses *heat treatment* pada temperatur 800°C - 1200°C. (Martin, 2008 dalam Ryan, 2008). Metode aktivasi secara fisika antara lain dengan menggunakan uap air, gas karbon dioksida, oksigen dan nitrogen. Gas – gas tersebut berfungsi untuk mengembangkan struktur rongga yang ada pada arang sehingga memperluas permukaannya, menghilangkan konstituen yang mudah menguap dan membuang produksi tar atau hidrokarbon – hidrokarbon pengotor pada arang. Kenaikan temperatur aktivasi pada kisaran 450°C – 700°C dapat meningkatkan luas permukaan spesifik dari karbon aktif (Raharjo, 1997 dalam Mujijah, 2010).

Kemudian, terdapat aktivasi secara kimia biasanya menggunakan bahan – bahan pengaktif seperti garam kalsium klorida (CaCl_2), magnesium klorida (MgCl_2), seng klorida (ZnCl_2), natrium hidroksida (NaOH), natrium karbonat (Na_2CO_3) dan natrium klorida (NaCl). Bahan – bahan pengaktif tersebut berfungsi untuk mendegradasi atau penghidrasi molekul organik selama proses karbonisasi, membatasi pembentukan tar, membantu dekomposisi senyawa organik pada aktivasi berikutnya, dehidrasi air yang terjebak dalam rongga – rongga karbon, membantu menghilangkan endapan hidrokarbon yang dihasilkan saat proses karbonisasi dan melindungi permukaan karbon sehingga kemungkinan terjadinya oksidasi dapat dikurangi (Manocha, 2003 dalam Mujijah, 2010).

2.4. Metode Batch

Studi adsorpsi menggunakan sistem batch dilakukan dalam sejumlah gelas erlenmeyer yang berisi larutan yang mengandung zat tertentu yang akan diadsorpsi pada konsentrasi dan volume tertentu. Pada tiap-tiap tabung dibubuhkan sejumlah adsorben dengan berat yang bervariasi. Selanjutnya larutan dan adsorben dalam tabung tersebut dikocok dalam waktu tertentu dan setelah itu konsentrasi larutan dianalisa. Selisih konsentrasi adsorbat sebelum dan setelah adsorpsi dianggap sebagai konsentrasi adsorbat yang teradsorpsi oleh adsorben.

Besarnya adsorbat yang teradsorpsi oleh tiap satuan berat adsorben dapat dihitung dari tiap gelas erlenmeyer (Slamet dan Masduqi, 2000).

2.5. Isoterm Langmuir

Isoterm Langmuir merupakan isoterm paling sederhana yang didasarkan pada asumsi bahwa setiap tempat adsorpsi adalah ekuivalen dan kemampuan partikel untuk terikat di tempat itu tidak tergantung pada di tempat atau tidaknya tempat yang berdekatan (Atkins, 1990). Isotermis adsorpsi Langmuir memiliki asumsi bahwa adsorben mempunyai permukaan yang homogen. Setiap molekul adsorben hanya dapat mengadsorpsi satu molekul adsorbat (*monolayer*). Teori isotermis Langmuir ini juga berlaku untuk adsorpsi kimia yaitu membentuk lapisan *monolayer* (Pe'erez Mar'in, 2007). Persamaan Isoterm Langmuir:

$$\frac{x}{m} = \frac{qm \cdot b \cdot C_e}{1 + b \cdot C_e} \quad \text{-----} \quad 2.1$$

$$\frac{1}{\frac{x}{m}} = \frac{1}{qm \cdot b \cdot C_e} + \frac{1}{qm} \quad \text{-----} \quad 2.2$$

Dimana:

x/m = Jumlah zat teradsorpsi tiap unit massa adsorben (mg/g)

Q_0 = Konstanta yang berkaitan dengan kapasitas adsorpsi (mg/g)

b = Parameter afinitas atau konstanta Langmuir (1/mg)

C_e = Konsentrasi kesetimbangan zat teradsorpsi di fase cair

2.6. Isoterm Freundlich

Isotermis adsorpsi Freundlich adalah adsorben yang mempunyai permukaan yang heterogen. Setiap molekul adsorben mempunyai potensi penyerapan yang berbeda – beda (*multilayer*). Asumsi isotermis Freundlich ini berlaku untuk adsorpsi fisika yaitu membentuk lapisan *multilayer* (Kriswiyanti, dkk. 2007). Persamaan Isoterm Freundlich:

$$x/m = K.Ce^{1/n} \quad \text{-----} \quad 2.3$$

$$\ln (x/m) = \ln K + 1/n \ln C \quad \text{-----} \quad 2.4$$

Dimana :

x/m = Jumlah zat teradsopsi tiap unit massa adsorben (mg/g)

Ce = Konsentrasi kesetimbangan zat teradsopsi di fase cair

K = konstanta Freundlich yang berkaitan dengan kapasitas

$1/n$ = konstanta freundlich yang berkaitan dengan afinitas adsorpsi

2.7. Logam Berat Kadmium (Cd)

Kadmium merupakan hasil sampingan dari pengolahan bijih logam seng (Zn), yang digunakan sebagai pengganti seng. Unsur ini bersifat lentur, tahan terhadap tekanan, memiliki titik lebur rendah serta dimanfaatkan untuk pencampur logam lain seperti nikel, perak, tembaga dan besi. Senyawa kadmium juga digunakan bahan kimia, bahan fotografi, pembuatan tabung TV, cat, karet, sabun, kembang api, percetakan tekstil dan pigmen untuk gelas dan email gigi (Jensen, dkk. 1981). Mineral – mineral bijih yang mengandung kadmium diantaranya adalah sulfida green ockite (*xanthochroite*), karbonat otavite dan oksida kadmium. Mineral – mineral tersebut terbentuk berasosiasi dengan bijih sfalerit dan oksidanya, atau diperoleh dari debu sisa pengolahan dan lumpur elektrolitik. Kadmium mempunyai titik didih rendah dan mudah terkonsentrasi ketika memasuki atmosfer. Air dapat juga tercemar apabila dimasuki oleh sedimen dan limbah pertambangan mengandung kadmium (Cd), sementara ketika bercampur dengan asap akan membentuk pencemaran terhadap udara.

O'Neil, dkk (1994) mengatakan dari suatu usaha pertambangan Pb – Zn di Jepang, terdeteksi bukan saja pencemaran secara luas terhadap udara yang disebabkan asap dari pabrik peleburan, tetapi juga terhadap air yang disebabkan oleh pembuangan sedimen dan limbah mengandung kadmium (Cd). Meluapnya sungai yang tercemar unsur kadmium (Cd) dan menggenangi daerah pesawahan akan berlanjut dengan terserapnya unsur tersebut oleh tanaman padi. Terdeteksi

bahwa kandungan kadmium (Cd) dalam padi mencapai $> 3,4 \mu\text{g Cd/kg}$, yang menunjukkan telah melampaui nilai ambang batas.

Dalam tubuh makhluk hidup logam berat termasuk dalam mineral “*trace*” atau mineral yang jumlahnya sangat sedikit. Beberapa mineral trace adalah esensial karena digunakan untuk aktivitas kerja sistem enzim misalnya seng (Zn), tembaga (Cu), besi (Fe) dan beberapa unsur lainnya seperti kobalt (Co), mangan (Mn) dan beberapa logam lainnya. Beberapa logam bersifat non-esensial dan bersifat toksik terhadap makhluk hidup misalnya merkuri (Hg), kadmium (Cd) dan timbal (Pb). Masuknya logam berat ke dalam lingkungan perairan merupakan salah satu dampak yang disebabkan oleh pencemaran lingkungan. Pencemaran lingkungan perairan adalah perubahan kualitas suatu perairan akibat kegiatan manusia, yang pada gilirannya akan mengganggu kehidupan manusia itu sendiri ataupun makhluk hidup lainnya. Berdasarkan sumbernya bentuk pencemaran dapat dibedakan menjadi *point sources*, dan *non-point sources* (Darmono, 1995).

Kasus keracunan kadmium (Cd) kronis juga menyebabkan gangguan kardiovaskuler dan hipertensi. Hal tersebut terjadi karena tingginya afinitas jaringan ginjal terhadap kadmium. Gejala hipertensi ini tidak selalu dijumpai pada kasus keracunan kadmium (Cd) kronik. Kadmium (Cd) dapat menyebabkan osteomalasea karena terjadinya gangguan daya keseimbangan kandungan kalsium dan fosfat dalam ginjal. Logam ini teradsorpsi oleh tubuh manusia yang akan menggumpal di dalam ginjal, hati dan sebagian dibuang keluar melalui saluran pencernaan. Keracunan kadmium (Cd) dapat memengaruhi otot polos pembuluh darah. Akibatnya tekanan darah menjadi tinggi yang kemudian bisa menyebabkan terjadinya gagal jantung dan kerusakan ginjal (Darmono, 1995).

2.8. Scanning Electron Microscopy (SEM)

SEM berbeda dengan mikroskopi elektron transmisi (TEM) dalam hal bahwa suatu berkas insiden elektron yang sangat halus di-scan menyilangi permukaan sampel dalam sinkronisasi dengan berkas tersebut dalam tabung sinar katoda. Elektron – elektron yang terhambur digunakan untuk memproduksi sinyal yang memodulasi berkas dalam tabung sinar katoda, yang memproduksi suatu

citra dengan kedalaman medan yang besar dan penampakan yang hampir tiga dimensi. Dalam penelitian morfologi permukaan SEM terbatas pemakaiannya, tetapi memberikan informasi yang bermanfaat mengenai topologi permukaan dengan resolusi sekitar 100 Å. Aplikasi – aplikasi yang khas mencakup penelitian dispersi – dispersi pigmen dalam cat, pelepuhan atau peretakan koting, batas – batas fasa dalam polipaduan yang tak dapat campur, struktur sel busa – busa polimer, dan kerusakan pada bahan perekat (Stevens, 2007)

2.9. Spektroskopi Serapan Atom (SSA)

Metode SSA berprinsip pada adsorpsi cahaya oleh atom. Atom – atom menyerap cahaya tersebut pada panjang gelombang tertentu, tergantung sifat unsurnya. Cahaya pada panjang gelombang tertentu mempunyai cukup energi untuk mengubah tingkat elektronik suatu atom. Dengan memilih panjang gelombang yang tepat, akan menghasilkan spektrum yang tajam dan dengan intensitas maksimum. Inilah yang dikenal dengan garis resonansi. Logam – logam yang mudah diuapkan seperti tembaga (Cu), timbal (Pb), seng (Zn) dan kadmium (Cd) umumnya mudah ditentukan pada suhu rendah sedangkan untuk unsur – unsur yang tak mudah diatomisasi diperlukan suhu tinggi. Suhu tinggi dapat dicapai dengan menggunakan suatu indikator bersama dengan gas pembakar, contohnya atomisasi unsur seperti aluminium (Al), titanium (Ti), berilium (Be), tanah jarang perlu menggunakan nyala oksiasetilena atau nyala nitrogen oksidaasetilena (Khopkar, 1990)

2.10. *Fourier Transform Infrared (FTIR)*

Spektrofotometri inframerah merupakan suatu metode yang digunakan untuk menentukan gugus fungsi yang ada dalam suatu senyawa. Metode spektrofotometri inframerah merupakan suatu metode yang meliputi teknik serapan (*absorption*), teknik emisi (*emission*), teknik fluoresensi (*fluorescence*). Komponen medan listrik yang banyak berperan dalam spektrofotometer umumnya hanya komponen medan listrik seperti dalam fenomena transmisi, pemantulan, pembiasan dan penyerapan.

Ada dua jenis vibrasi (getaran) yaitu :

1. Vibrasi ulur (*stretching vibration*) yaitu vibrasi yang mengakibatkan perubahan panjang ikatan suatu ikatan.
2. Vibrasi tekuk (*bending vibrations*) yaitu vibrasi yang mengakibatkan perubahan sudut ikatan antara dua ikatan.

Vibrasi yang digunakan untuk identifikasi adalah vibrasi tekuk, khususnya *vibrasi rocking* (goyangan) yaitu berada di daerah bilangan gelombang 2.000 – 400 cm^{-1} , pada daerah bilangan gelombang tersebut merupakan daerah yang khusus yang berguna untuk identifikasi gugus fungsional. Daerah ini menunjukkan absorpsi pada daerah tersebut. Dalam daerah 2.000 – 400 cm^{-1} tiap senyawa organik mempunyai absorpsi yang unik, sehingga daerah tersebut sering juga disebut sebagai daerah sidik jari (*fingerprint region*) (Sastromidjojo, 2001). Kegunaan yang lebih penting dari spektrum inframerah adalah memberikan keterangan tentang molekul. Serapan setiap tipe ikatan (N-H, C-H, O-H, C-X, C=O, C-O, C-C, C=C dan sebagainya) hanya diperoleh dalam bagian – bagian kecil tertentu dari daerah vibrasi inframerah (Sastromidjojo, 1992).

2.11. Penelitian Sebelumnya

Penelitian yang pernah dilakukan terkait penyerapan menggunakan limbah cangkang kerang sebagai berikut :

Tabel 2.1 Penelitian yang pernah dilakukan dalam penyerapan logam kadmium (Cd)

Jenis Adsorben	Ringkasan Penelitian	Refrensi
Limbah cangkang kerang bulu	a. Aktivasi suhu 110, 500 dan 800°C b. Larutan logam Cd (II) 50 ml c. Karakterisasi BET menunjukkan luas permukaan 500 °C diperoleh sebesar 807,94 m ² /kg d. Metode Batch e. Massa 1 gram f. Variasi konsentrasi Cd(II) 60, 80 dan 100 ppm	Anugrah dan Iriany (2015)
Limbah cangkang kerang bulu	a. Aktivasi dengan suhu 110, 500 dan 800 °C b. Larutan fenol 50 ml c. Metode Batch d. Massa 1 gram e. Variasi konsentrasi 60, 80 dan 100 ppm	Nasution (2015)
Limbah cangkang kerang hijau	a. Serbuk kitosan 5,0 gram b. Larutan CuSO ₄ 200 ml c. Suhu optimum 70 - 80 °C d. Variasi kecepatan pengadukan 100 rpm dan 350 rpm e. Variasi konsentrasi 50 dan 100 ppm f. Variasi waktu 10 sampai 100 menit	Firyanto (2016)

Dari penelitian sebelumnya terkait adsorben menggunakan limbah cangkang kerang maka dapat diketahui, suhu aktivasi optimal yaitu pada 500 °C dengan pH 6 – 8 dan waktu pengadukan 15 – 2 jam.