

## **BAB II**

### **DASAR TEORI**

#### **2.1 Jagung**

Jagung (*Zea mays*) adalah salah satu pangan yang penting di Indonesia. Jagung dijadikan sebagai makanan pokok di beberapa daerah di Indonesia. Jagung merupakan bahan pangan yang dimanfaatkan untuk kepentingan industri pakan dan pangan (Bakhri, 2007).

Jagung mempunyai kandungan gizi sebesar 355 kalori, 9,2 gram protein, 3,9 gram lemak, 73,7 gram karbohidrat, dan 10 mg kalsium. Selain sebagai sumber makanan pokok, biji jagung dapat diolah menjadi maizena (tepung jagung) dan minyak. Sedangkan tongkol jagung dapat dijadikan bahan baku industri, yaitu sebagai bahan baku pembuatan furfural karena kaya akan pentose (Prahasta, 2009).

#### **2.2 Limbah Tongkol Jagung**

Tongkol jagung merupakan limbah pertanian yang dapat dimanfaatkan sebagai karbon aktif, karena tongkol jagung tersebut melimpah dan kurang dimanfaatkan. Jagung menghasilkan sekitar 40-50% tongkol jagung tergantung pada varietasnya (Hidayati, *et al.*, 2016). Jika diolah dengan benar, tongkol jagung (Gambar 2.1) dapat ditingkatkan nilai jualnya sehingga bisa mengurangi potensi pencemaran lingkungan.



**Gambar 2.1** Tongkol jagung.

Di Indonesia, dari tahun ke tahun produksi jagung mengalami peningkatan. Berdasarkan data yang diperoleh dari Badan Pusat Statistik (2015), diperkirakan sebanyak 19,61 juta ton hasil produksi jagung dalam bentuk pipilan kering. Produksi jagung tersebut mengalami kenaikan sebanyak 0,604 juta ton (3,3%) dibanding tahun 2014. Kenaikan produksi diakibatkan oleh kenaikan luas lahan sebesar 58,7 ribu hektar (1,5%) dan kenaikan produktivitas sebesar 0,8 kuintal/hektar (1,7%). Banyaknya jagung yang diproduksi dan dikonsumsi menyebabkan limbah tongkol jagung bertambah dan berpotensi mencemari lingkungan.

Tongkol jagung memiliki cukup tinggi kandungan senyawa karbon seperti selulosa sebesar 41%, hemiselulosa sebesar 36%, lignin sebesar 6%, dan senyawa lain yang terdapat dalam tumbuhan yang mengindikasikan bahwa tongkol jagung berpotensi sebagai karbon aktif (Choiriyah, 2010). Selain itu, tongkol jagung memiliki kandungan kadar abu yang rendah yaitu sebesar 0,91%. Tongkol jagung yang telah diolah menjadi karbon aktif memiliki beberapa kelebihan, salah satunya dapat dijadikan sebagai adsorben karena memiliki kandungan karbon lebih tinggi daripada kadar abu, bahan baku melimpah, proses pengolahannya mudah dan murah, tahan lama, serta aman (Manocha, 2003).

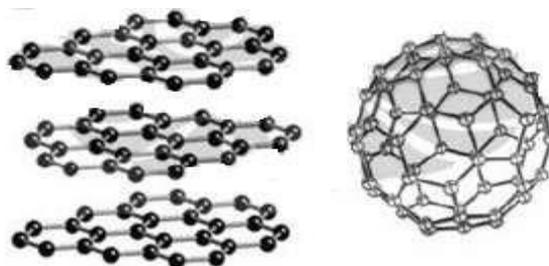
### **2.3 Karbon Aktif**

Karbon aktif dapat digunakan sebagai penyimpan gas, pengisi baterai, bahan konduktor, bahan farmasi atau kosmetik, dan adsorben. Karbon aktif merupakan senyawa karbon yang melalui proses aktivasi secara kimia dan fisika sehingga memiliki daya adsorpsi yang tinggi, sehingga luas permukaan menjadi lebih besar, pori-porinya terbuka dan porositasnya meningkat. Setiap karbon aktif memiliki ukuran, bentuk serta jumlah pori-pori yang berbeda tergantung bahan baku dan proses pembuatannya. Ukuran pori-pori karbon aktif dibedakan menjadi mikropori dan makropori. Mikropori memiliki diameter yang berkisar antara 10-500Å, sedangkan makropori berdiameter lebih besar dari 500Å. Pembuatan karbon aktif pada prinsipnya melalui tahap karbonisasi dan aktivasi (Agustina & Fitriana, 2018).

Karbon aktif merupakan padatan berpori yang mengandung karbon sebesar 85-95% (Muthmainnah, 2012). Karbon aktif disintesis dari bahan yang mengandung karbon melalui proses pemanasan pada suhu tinggi atau karbonisasi. Ketika pemanasan berlangsung, ruangan pemanasan harus kedap udara sehingga karbon aktif terkarbonisasi dan tidak teroksidasi. Daya serap karbon aktif dapat menjadi lebih tinggi jika dikarbonisasi pada temperatur tinggi dan diaktivasi dengan bahan kimia. Dengan proses tersebut, karbon aktif akan mengalami perubahan-perubahan sifat fisika dan kimia.

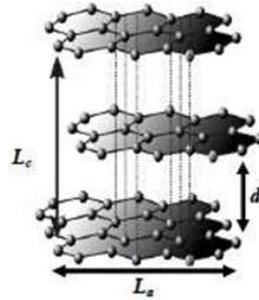
Ciri-ciri karbon aktif yaitu berwarna hitam, tidak berasa, tidak berbau, berbentuk padatan serta mempunyai daya adsorpsi lebih tinggi dibanding karbon yang belum diaktivasi. Karbon aktif terdiri dari karbon dan selulosa yang tidak mudah larut dan bersifat keras yang menyebabkan partikel dalam air keruh terserap sehingga menjadi air tersebut menjadi lebih jernih (Azamia, 2012).

Daya adsorpsi dinyatakan sebagai luas permukaan pada setiap gram yang berkisar antara  $500 \text{ m}^2/\text{g}$  sampai dengan  $1.500 \text{ m}^2/\text{g}$ . Struktur pori karbon aktif (Gambar 2.2) bergantung pada luas permukaan. Semakin besar pori-pori, maka luas permukaan semakin besar sehingga daya adsorpsi bertambah. Karbon aktif yang telah dihaluskan dapat meningkatkan daya adsorpsi karena luas permukaannya semakin besar.



**Gambar 2.2** Struktur karbon aktif (Achmad, 2011).

Pola difraksi pada Gambar 2.2, memperlihatkan bahwa penyusun karbon aktif adalah atom-atom karbon berikatan kovalen sehingga terbentuk struktur heksagonal pada Gambar 2.3. Struktur kisi heksagonal tersebut terlihat seperti tumpukan pelat-pelat datar yang terdapat jarak ( $d$ ) diantaranya (Achmad, 2011).



**Gambar 2.3** Struktur kristal karbon aktif (Achmad, 2011).

Keterangan

$L_c$  : tinggi lapisan

$d$  : jarak antar lapisan

$L_a$  : lebar lapisan

#### 2.4 Aktivasi

Aktivasi adalah suatu proses untuk meningkatkan porositas karbon aktif dengan cara menghilangkan senyawa hidrokarbon yang melapisi permukaan karbon. Pada proses aktivasi, karbon aktif mengalami perubahan secara fisik yang ditunjukkan dengan peningkatan luas permukaan karbon secara signifikan karena hilangnya senyawa sisa-sisa karbonisasi (Kurniati, 2008).

Daya adsorpsi karbon aktif menjadi semakin reaktif apabila konsentrasi dari aktivator yang diberikan semakin besar. Hal ini berpengaruh dalam proses pengikatan senyawa-senyawa organik dan anorganik yang keluar melewati pori-pori dari karbon aktif. Semakin luas dan lebar permukaan karbon aktif maka daya adsorpsi karbon aktif juga akan semakin besar (Kurniati, 2008).

Aktivasi karbon aktif dilakukan melalui proses aktivasi secara kimia dan aktivasi secara fisika. Aktivasi kimia dilakukan dengan merendam karbon dalam senyawa kimia sebelum dikarbonisasi. Bahan pengaktif akan membuka permukaan yang tertutup dan selanjutnya masuk di antara sela-sela kisi heksagonal pada karbon aktif. Jenis bahan-bahan kimia yang umumnya dapat digunakan sebagai aktivator adalah hidroksida, logam alkali, garam-garam karbonat, klorida, sulfat, fosfat, asam-asam organik seperti HCl,  $\text{NH}_4\text{Cl}$ ,  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{KMnO}_4$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{ZnCl}_2$ ,  $\text{CaCl}_2$ ,  $\text{MgCl}_2$ ,  $\text{H}_2\text{SO}_4$ ,  $\text{KOH}$ ,  $\text{H}_3\text{PO}_4$ ,  $\text{H}_3\text{BO}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{SO}_2$ , dan  $\text{K}_2\text{S}$  (Kurniati, 2008).

Struktur pori yang terbentuk di dalam material karbon merupakan hasil reaksi dari aktivasi kimia. Reaksi pada karbon menyebabkan pori-pori yang semula tertutup menjadi terbuka. Jika semakin banyak reaksi kimia yang terjadi dalam material karbon, maka akan semakin banyak pula pori-pori yang terbentuk. Sedangkan proses aktivasi fisika dilakukan dengan mengkarbonisasi bahan baku di dalam *furnace* (tanur) pada temperatur tinggi sehingga menghasilkan oksida karbon pada permukaan yang tersebar secara merata. Hal ini dikarenakan karbon tidak bereaksi dengan udara atau uap air.

## 2.5 Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu proses pembentukan lapisan tipis (film) pada permukaan partikel dikarenakan terikatnya cairan atau gas (fluida) oleh partikel tersebut. Adsorben merupakan komponen padatan atau cairan yang dapat menyerap sedangkan komponen yang terserap dalam adsorben disebut adsorbat yang umumnya larut dalam cairan atau gas (Suhendra, *et al.*, 2016). Gaya adsorpsi adalah gaya tarik ke arah dalam pada permukaan molekul-molekul zat padat atau zat cair. Hal ini dikarenakan tidak adanya gaya-gaya yang mengimbangi. Proses absorpsi berbeda dengan adsorpsi. Pada proses absorpsi, adsorben menyerap adsorbat hingga masuk ke dalam sedangkan pada proses adsorpsi, adsorbat hanya diserap pada permukaan saja (Agustriana, 2018).

Proses adsorpsi karbon aktif terbagi menjadi 3 tahapan yaitu tahap adsorpsi, desorpsi, dan *recovery*. Pada tahap adsorpsi, adsorbat terikat pada permukaan adsorben (terikatnya senyawa organik dan anorganik pada permukaan karbon aktif). Tahap desorpsi berkebalikan dari tahap adsorpsi karena senyawa organik dan anorganik dilepaskan dari permukaan karbon aktif. Tahap *recovery* merupakan tahap karbon aktif mendapatkan daya serapnya kembali dengan pengolahan senyawa organik dan anorganik yang telah didesorpsi (Agustriana, 2018).

Proses adsorpsi dipengaruhi oleh faktor-faktor sebagai berikut (Adinata, 2013) :

**a. Luas permukaan**

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

**b. Struktur molekul adsorbat**

Struktur hidroksil dan amino dapat mengakibatkan kemampuan adsorpsi menjadi berkurang. Sebaliknya, struktur nitrogen dapat meningkatkan kemampuan adsorpsi pada karbon aktif.

**c. Jenis adsorbat**

Peningkatan jumlah berat molekul adsorbat dapat meningkatkan daya adsorpsi. Adsorbat yang memiliki rantai bercabang biasanya lebih mudah diserap dibandingkan rantai yang lurus.

**d. Konsentrasi adsorbat**

Konsentrasi adsorbat dalam larutan mempengaruhi jumlah substansi yang terkumpul pada permukaan adsorben.

**e. Temperatur**

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

**f. Derajat keasaman (pH)**

Kelarutan ion logam, aktivitas gugus fungsi dipengaruhi oleh pH larutan pada biosorben dan kompetisi ion logam dalam proses adsorpsi.

**g. Waktu kontak**

Waktu kontak menentukan kapasitas adsorpsi maksimum karbon aktif pada waktu kesetimbangan.

## 2.6 Air Gambut

Air gambut merupakan jenis air yang terdapat di dataran rendah atau dipermukaan lahan gambut terutama di Kalimantan dan Sumatera. Air gambut umumnya berwarna coklat tua sampai kehitaman dengan rentang warna sekitar 124 hingga 850 PtCo, memiliki kandungan zat organik ( $\text{KMnO}_4$ ) yang tinggi berkisar antara 138 hingga 1560 mg/l, memiliki tingkat keasaman (pH) berkisar antara 3,7-5,3, dan kandungan logam besi (Fe) dalam air gambut sebesar 2,909 mg/L (Wibowo & Suyatno, 1998).

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan (PERMENKES) Nomor 32 Tahun 2017, air gambut tidak memenuhi persyaratan dan standar kualitas air bersih. Air gambut memiliki kandungan kadar besi (Fe) yang tinggi sehingga perlu diperhatikan dalam penyediaan air bersih bagi masyarakat. Tingginya kadar besi pada air menyebabkan air berbau logam dan berwarna merah kecoklatan sehingga dapat menyebabkan iritasi pada mata dan kulit (Sutrisno & Suciastuti, 2006). Selain berdampak pada kesehatan, kandungan kadar besi (Fe) yang tinggi ini dapat merusak kain dan perkakas dapur (Saifuddin & Dwi, 2005).