

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Ampas Sagu**

Ampas sagu merupakan sisa pemerasan pati sagu yang juga salah satu limbah pertanian yang masih sangat jarang dimanfaatkan secara optimal (Kristanto, 2013). Sampai saat ini ampas sagu masih belum dimanfaatkan secara optimal dan hanya digunakan sebagai pakan ternak. Sementara jika berdasarkan komposisi kimianya, ampas sagu salah satu limbah pertanian yang berpotensi sebagai bahan utama dalam pembuatan atau karbon aktif .Seperti yang diketahui, adanya material lignoselulosa yang banyak mengandung unsur karbon pada ampas sagu, menjadikan ampas sagu sebagai salah satu bahan yang dapat dijadikan karbon aktif (Togibasa, et al. 2021).

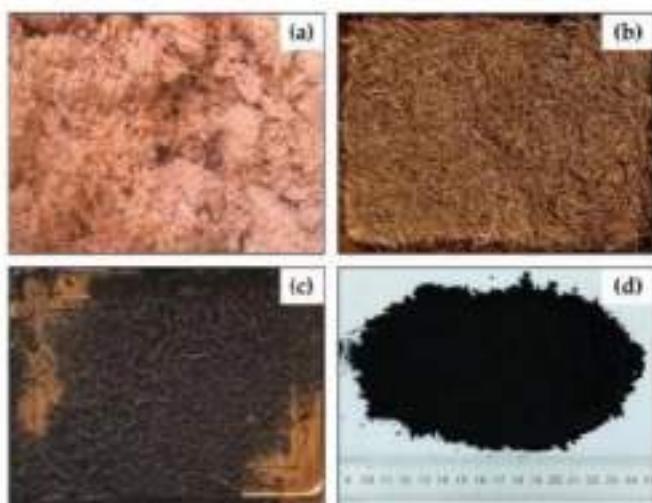
#### **2.2 Karbon Aktif**

##### **2.2.1 Karbon aktif**

Karbon aktif adalah karbon yang diproses sedemikian rupa sehingga mempunyai daya serap atau adsorpsi yang tinggi terhadap bahan yang berbentuk larutan atau uap (Salim et al, 2018). Karbon aktif merupakan senyawa karbon amorf, yang dapat dibuat dari bahan-bahan yang mengandung karbon yang diperlakukan dengan cara khusus agar dapat membentuk permukaan pori-pori yang lebih luas (Togibasa et al, 2021). Karbon aktif merupakan adsorben terbaik dalam sistem adsorpsi. Karena karbon aktif memiliki luas permukaan yang besar dan daya adsorpsi yang tinggi sehingga pemanfaatannya dapat optimal. Karbon aktif yang baik harus memiliki luas permukaan yang besar sehingga daya absorpsinya juga besar (Runggaweri, 2022). Proses aktivasi fisika dan kimia akan meningkatkan jumlah dan ukuran pori. Oleh karena itu, gugus fungsi yang ada pada permukaan karbon aktif yang telah dimodifikasi menggunakan bahan kimia akan meningkatkan gugus fungsi oksigen yang terkandung dalam karbon aktif (Merani, 2022).

## 2.2.2 Karbon Aktif Ampas Sagu

Karbon aktif ampas sagu terbuat dari limbah hasil perahan pati sagu yang diolah melalui proses sintetis karbon (Merani, 2022). Karbon aktif ampas sagu yang diproses melalui aktivasi fisika dan kimia dengan aktivator  $ZnCl_2$  sebanyak 15% akan memiliki kualitas optimum. Hal ini dikarenakan membentuk struktur amorf dan memiliki pori yang berukuran sekitar  $2 \mu m$  (mikropori) (Togibasa et al, 2021). Menurut Runggaweri (2022), karbon aktif ampas sagu yang telah dimodifikasi permukaannya akan bekerja lebih optimal daripada karbon aktif ampas sagu yang belum dimodifikasi, hal ini dikarenakan struktur pori permukaan karbon aktif ampas sagu yang sudah dimodifikasi memiliki struktur mesopori. Tampilan foto tahapan ampas sagu menjadi karbon aktif ditunjukkan pada gambar 2.1.



Gambar 2.1 Hasil tahapan: (a)ampas sagu segar, (b) dehidrasi oven, (c) karbonisasi dan (d) serbuk karbon (Togibasa et al, 2021).

Berikut ini tahapan sintetis karbon aktif :

a. Proses Dehidrasi

Proses ini merupakan proses pengeringan atau penghilangan air pada bahan baku karbon aktif dengan cara dijemur dibawah sinar matahari dalam waktu tertentu atau dipanaskan menggunakan oven pada suhu dan waktu tertentu sampai diperoleh bobot konstan (Runggaweri, 2022).

b. Proses Karbonisasi

Pada proses ini bahan baku akan melalui proses pemanasan pada suhu tertentu, dalam proses ini unsur-unsur oksigen dan hidrogen akan menguap dan hanya meninggalkan unsur karbon yang memiliki struktur tertentu. Hasil dari proses katbonisasi adalah karbon dalam bentuk arang yang memiliki pori-pori yang sempit (Merani, 2022).

c. Proses Aktivasi

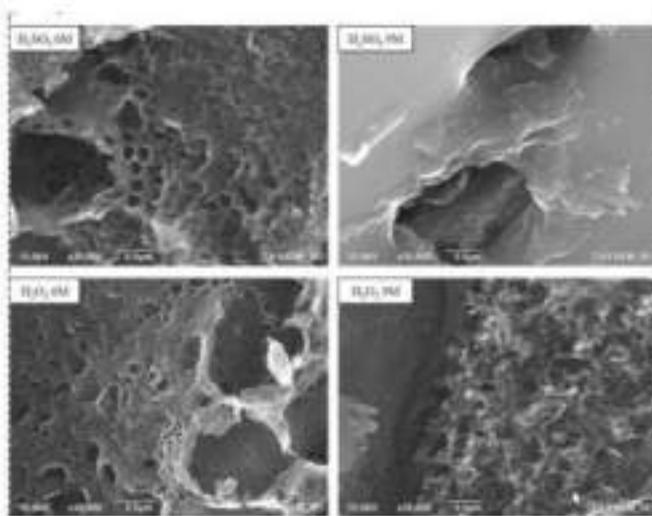
Proses aktivasi bertujuan untuk memecahkan ikatan hidrokarbon sehingga akan memperbesar luas permukaan karbon aktif. Proses aktivasi terbagi menjadi 2, yaitu:

Aktivasi fisika : pemutusan rantai senyawa karbon dengan cara dipanaskan yaitu mengalirkan udara atau uap pada suhu 800-1000 .

Aktivasi kimia : dilakukan dengan menggunakan bahan-bahan kimia (Masdir, 2017).

d. Modifikasi Permukaan

Proses modifikasi permukaan karbon aktif dapat dilakukan dengan proses aktivasi fisika dan kimia. Gambar permukaan karbon aktif yang telah dimodifikasi permukannya jika dilihat menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) dengan perbesaran 30.000x ditunjukkan pada gambar :



Gambar 2.2 Gambar bentuk permukaan karbon aktif ampas sagu dengan dua jenis modifikator : (a)  $H_2SO_4$  6M,  $H_2SO_4$  9M,  $H_2O_2$  6M, dan  $H_2O_2$  9M yang dilihat menggunakan Scanning electron microscope (SEM) dengan perbesaran 30.000x (Runggaweri,2022).

Adapun manfaat karbon aktif ampas sagu dapat digunakan untuk menjadi absorben dalam proses adsorpsi pada beberapa zat yaitu :

1. Pemanfaatan karbon aktif terhadap zat cair (fluida).

Pada beberapa penelitian menyebutkan bahwa karbon aktif dapat membantu mengadsorpsi zat-zat yang dapat merugikan pada fluida seperti mengadsorpsi kandungan logam berat pada air tanah(Salim et al, 2018), ada juga pemanfatan karbon aktif dalam penjernihan atau penyulingan minyak (Dahlan et al , 2013).

2. Pemanfaatan karbon aktif terhadap zat warna.

Karbon aktif juga dapat digunakan sebagai adsorben untuk meyerap zat warna pada fluida seperti meyerap zat warna pada limbah industri (Sari et al, 2017).

3. Pemanfaatan karbon aktif terhadap gas.

Gas  $H_2S$  yang dihasilkan oleh biogas dapat diadsorpsi untuk mengurangi emisi gas  $H_2S$  menggunakan karbon aktif (Wibowo et al, 2020). Adapun range nilai konsentrasi  $H_2S$  dan dampaknya bagi manusia diberikan pada tabel berikut.

Tabel 2.1 Efek H<sub>2</sub>S terhadap manusia sesuai tingkatan konsentrasiannya (Herlianty dan Dewi, 2013).

Tingkat H <sub>2</sub> S (ppm)	Efek pada Manusia
0,13	Bau minimal yang masih terasa
4,6	Mudah dideteksi, bau yang sedang
10	Permulaan iritasi mata dan mulai berair
27	Bau yang tidak enak dan tidak dapat ditoleransi lagi
100	Batuk-batuk, iritasi mata dan indera penciuman sudah tidak berfungsi
200-300	Pembengkakan mata dan rasa kekeringan di kerongkongan
500 – 700	Kehilangan kesadaran dan bisa mematikan dalam waktu 30 menit-1 jam
>700	Kehilangan kesadaran dengan cepat dan berlanjut kematian

Tak hanya H<sub>2</sub>S , namun ada gas-gas lainnya seperti O<sub>2</sub> dan LEL yang juga merupakan gas buang kendaraan bermotor dapat diadsorpsi menggunakan adsorben karbon aktif (Gunawan et al, 2020). Selain pada emisi gas buang gas H<sub>2</sub>S dan LEL dapat ditemui pada lingkungan pembuangan limbah ikan, lingkungan pembuangan rumah sakit, tempat pembuangan akhir (TPA), lingkungan industri tambang serta industri tahu dan tempe (Hakim et al, 2022). Menurut Suhendrayatna (2018), pengaplikasian karbon aktif dalam proses adsorpsi gas buang kendaraan bermotor dapat lakukan dengan adanya tindakan pengujian daya serap karbon aktif terhadap dengan cara pengukuran nilai konsentrasi emisi gas saat sebelum menggunakan karbon aktif dan sesudah menggunakan karbon aktif. Dengan massa dan waktu kontak yang tepat, karbon aktif dapat bekerja optimal dalam menyerap gas buang pada kendaraan bermotor.

### 2.3 Sensor Gas

Sensor gas adalah alat untuk mengukur atau mendeteksi keberadaan suatu gas. Alat ini akan membantu mendeteksi nilai gas dengan nilai yang akurat pada

gas buang dari kendaraan bermotor. Pada penelitian ini digunakan alat *Smart Sensor 4-in-1 Gas Monitor ST8900*, dengan kemampuan mendeteksi nilai konsentrasi gas H<sub>2</sub>S, O<sub>2</sub>, CO dan LEL pada kondisi suatu ruang. Tampilan alat detektor ditunjukkan pada gambar 2.3, sedangkan spesifikasi rentang nilai gas terdeteksi diberikan pada tabel 2.3, di bawah ini.

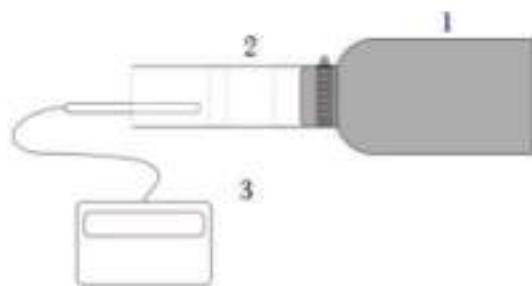


Gambar 2.3 Alat *Smart Sensor 4-in-1 Gas Monitor ST8900* (a) sebelum menggunakan *sampling pump*, (b) setelah menggunakan *sampling pump*.

Tabel 2.2 Spesifikasi rentang nilai gas yang dapat terdeteksi

Gas	Range	Resolution
Hidrogen Sulfida (H <sub>2</sub> S)	0 – 500 ppm	1 ppm
Oksigen (O <sub>2</sub> )	0 – 30 %	0,1 %
Lower Explosive Limit (LEL)	0 – 100 %	1 %
Karbon Monoksida (CO)	0 – 999 ppm	1 ppm

Prinsip kerja dalam menggunakan alat ini adalah dengan menempatkan sensor pada emisi gas buang. Ramli et al (2022) memberikan skema pengukuran emisi gas buang, sebagaimana dapat dilihat pada gambar 2.4. Saluran pembuangan dari knalpot kendaraan bermotor dihubungkan ke tabung adsorben. Sensor gas ditempatkan pada luaran dari tabung adsorben. Emisi gas buang diukur sebelum dan sesudah dipasang tabung adsorben.



Gambar 2. 4 Skema pengukuran emisi gas buang dengan keterangan : (1) knalpot kendaraan bermotor,(2) tabung adsorben, dan (3) alat sensor gas (Ramlil et al, 2022).

#### **2.4 Efisiensi Daya Serap Karbon Aktif terhadap Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor**

Daya serap karbon aktif sangat dipengaruhi oleh luas permukaan karbon aktif. Oleh karena itu, karbon aktif dengan luas permukaan yang berbeda akan memiliki kapsitas daya serap yang berbeda pula (Togibasa et al, 2023). Karbon aktif dapat mengurangi nilai gas H<sub>2</sub>S dengan presentase yang cukup baik. Seperti data yang didapatkan oleh Hakim et al (2022), karbon aktif buah nipah dengan aktivator NaOH 0,2 N pada massa adsorben 40 gram dapat mengurangi konsentrasi gas H<sub>2</sub>S pada kualitas udara lingkungan pembuangan limbah ikan hingga mencapai 34,381 ppm, yaitu dengan efisiensi daya serap sebesar 73,03% (Hakim et al, 2022). Efisiensi daya serap dapat dihitung dengan rumus :

$$\%E = \frac{(C_{awal} - C_{akhir})}{C_{awal}} \times 100\% \quad \dots\dots\dots(2.4)$$

Keterangan :

%E : Efisiensi daya serap adsorben (%)

C<sub>awal</sub> : konsentrasi awal gas sebelum disaring (ppm)

C<sub>akhir</sub> : konsentrasi akhir gas setelah disaring (ppm)