

## **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**





### **4.1 Preparasi dan Aktivasi Adsorben Sabut Pinang**

Preparasi diawali dengan pembersihan sabut pinang untuk memisahkan dari pengotor. Selanjutnya sabut pinang dikeringkan menggunakan oven hingga berat konstan yang bertujuan untuk mengurangi kadar air pada sabut pinang, semakin rendah kadar air dapat memperluas permukaan pori pada adsorben [74]. Sabut pinang kemudian dihaluskan menggunakan *blender* dan diayak menggunakan ayakan 100 *mesh* untuk menyeragamkan ukuran dan meningkatkan luas permukaan adsorben. Hal ini sesuai dengan penelitian Busyairi, dkk [94] dan Fildza, dkk [95] yang melaporkan bahwa ukuran adsorben 100 mesh memiliki efisiensi yang tinggi dalam menyerap ion logam Fe.

Aktivasi adsorben bertujuan untuk meningkatkan kapasitas adsorpsi dari adsorben terhadap ion logam Fe. aktivasi telah dilakukan menggunakan NaOH dan ekstrak daun nanas.

Adsorben yang diaktivasi (NaOH dan Ekstrak daun nanas) memiliki perbedaan massa dan warna sampel yang terlihat pada **Tabel 4.2**

**Tabel 4.1** Perbedaan Massa dan Warna Sampel Setelah Aktivasi

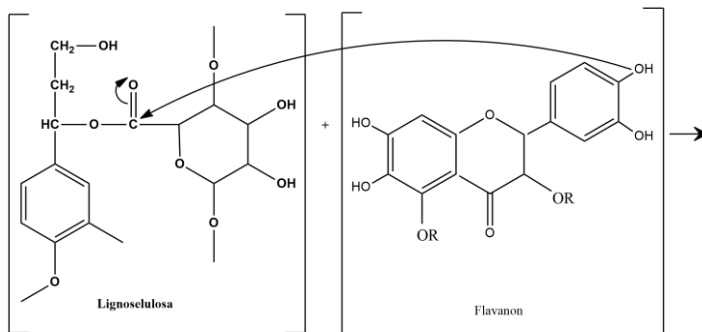
Parameter	SP	SPB	SPE
Massa	5,0009 g	3,9408 g	4,111 g
Warna			
Degradasi warna			

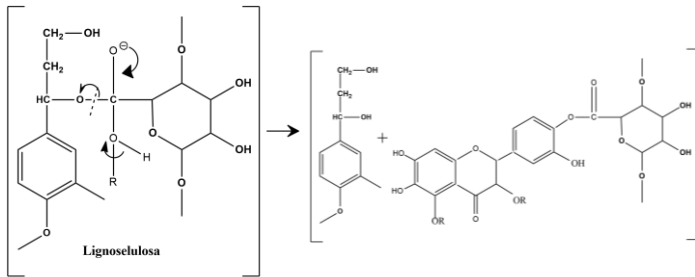
Keterangan : Adsorben Sabut Pinang (SP), Adsorben Teraktivasi Basa (SPB), Adsorben Teraktivasi Ekstrak (SPE).

Berdasarkan **Tabel 4.2** menunjukkan bahwa terjadi perbedaan warna adsorben setelah aktivasi. Adsorben SPE memiliki warna yang sesuai pada no 6 yaitu *beige* (abu-abu coklat) yang terlihat lebih cerah dan mengalami pengurangan massa dari 5,0009 g menjadi 4,111 g. Sedangkan warna adsorben SPB memiliki warna yang sama pada no 5 yaitu warna *mustard* (kuning gelap) dari warna sebelumnya dan mengalami pengurangan massa dari 5,0009

g menjadi 3,9408 g. Adsorben SPB lebih banyak berkurang daripada SPE yang menandakan bahwa hilangnya pengotor seperti hemiselulosa, lignin dan pektin. Namun dilihat dari warna adsorben SPE menunjukkan warna yang hampir mirip dengan selulosa standar yaitu alfa selulosa yang bewarna putih [97].

Hilangnya pengotor seperti lignin dan hemiselulosa setelah diaktivasi sejalan dengan penelitian Alfarisi, dkk [74] dan Aminin, dkk [98] yang diindikasikan dengan berkurangnya massa sampel setelah dilakukan proses aktivasi dari adsorben serta adanya perubahan warna sampel yang terlihat lebih cerah yang dapat dilihat pada **Tabel 4.2**. Hilangnya lignin pada adsorben SPB disebabkan oleh adanya ion  $\text{OH}^-$  dari NaOH yang memutuskan ikatan dasar antara lignin dan selulosa [70]. Mekanisme tersebut dapat dilihat pada **Gambar 2.5**. Sedangkan usulan mekanisme aktivasi ekstrak daun nanas dapat dilihat pada **Gambar 4.8**





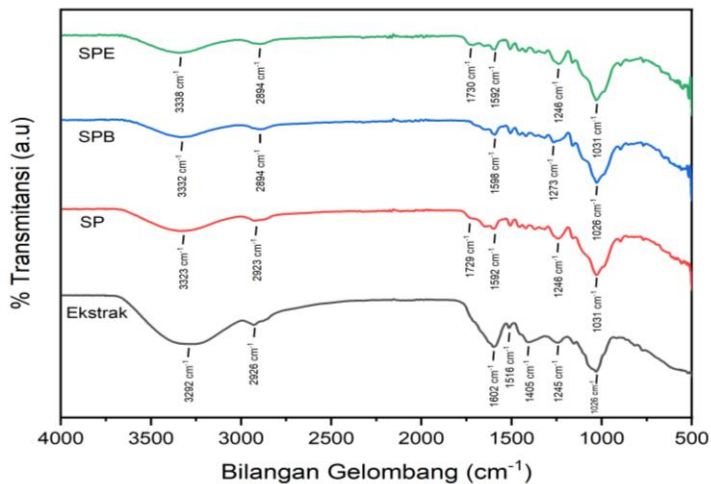
Sumber : Lignoselulosa Alfarsi, dkk [74] dan flavonoid pada ekstrak kulit nanas Setiawan, dkk [99].

**Gambar 4.1** Mekanisme Kerja Metabolit Sekunder dari Ekstrak Daun Nanas dalam Mengaktivasi Adsorben SPE

Proses aktivasi menggunakan ekstrak daun nanas menyebabkan putusya ikatan lignin pada lignoselulosa. Hal ini disebabkan oleh adanya senyawa metabolit sekunder seperti flavanon yang banyak mengandung gugus hidroksil. Putusnya ikatan ester pada lignin yang disebabkan oleh gugus OH pada flavanon sehingga membuat flavanon terikat pada selulosa. Terikatnya flavanon tersebut manambah gugus aktif pada adsorben yang akan membuat kemampuan adsopsi dari adsorben meningkat. Beberapa penelitian juga melaporkan penggunaan aktivasi ekstrak mampu meningkatkan kapasitas adsorpsi dari adsorben [40][41].

### 4.1.1 Karakterisasi FT-IR Pada Adsorben Sabut Pinang

Adsorben SP, SPB dan SPE telah dikarakterisasi menggunakan FT-IR untuk mengetahui gugus fungsi masing-masing adsorben. Hasil analisis FT-IR dapat dilihat pada **Gambar 4.9** dan **Tabel 4.3**.



**Gambar 4.2** Spektra FT-IR Ekstrak dan Masing-Masing Adsorben

**Tabel 4.2** Gugus Fungsi Adsorben Sabut Pinang

Gugus fungsi	Ekstrak daun nanas	SP	SPB	SPE
O-H	3292 (s)	3323 (s)	3332 (w)	3338 (w)

C-H	2926	2923	2894	2894
	( <i>m</i> )	( <i>m</i> )	( <i>w</i> )	( <i>w</i> )
C=O	1611	1729	-	1730
	( <i>s</i> )	( <i>w</i> )		( <i>w</i> )
C=C	1516	1592	1598	1592
	( <i>w</i> )	( <i>m</i> )	( <i>w</i> )	( <i>w</i> )
C-O-H	1245	1246	1273	1246
	( <i>m</i> )	( <i>m</i> )	( <i>w</i> )	( <i>m</i> )
C-O	1026	1031	1026	1031
	( <i>s</i> )	( <i>s</i> )	( <i>s</i> )	( <i>s</i> )

Keterangan : Strong (*s*), Medium (*m*), Week (*w*)

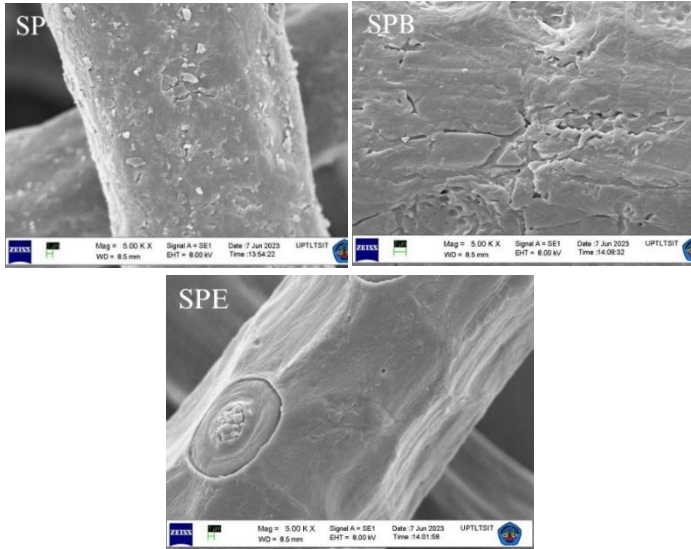
Berdasarkan **Gambar 4.9**, masing-masing spektra dari adsorben mempunyai gugus fungsi O-H, C-H, C=C, C-O-H, dan C-O yang ditunjukkan pada masing-masing bilangan gelombang. Pada spektra adsorben SP menunjukkan spektra khas dari lignoselulosa yang dikonfirmasi adanya gugus fungsi O-H, C=O, C=C, C-H dan C-O-H, hal ini sejalan dengan penelitian Sukla, dkk [23]. Namun setelah adsorben SP diaktivasi dengan ekstrak daun nanas dan NaOH adanya perubahan intensitas serapan. Konfirmasi keberhasilan adsorben SPE setelah diaktivasi menggunakan ekstrak ditunjukkan berkurangnya intensitas serapan pada masing-masing gugus fungsi dan munculnya puncak lebih besar pada adsorben SPE setelah aktivasi, yang

ditunjukkan pada bilangan gelombang  $1730\text{ cm}^{-1}$  yang menandakan bertambahnya gugus fungsi karbonil ( $\text{C}=\text{O}$ ). Penambahan tersebut disebabkan adanya senyawa flavanon dari ekstrak daun nanas yang mengandung gugus keton ( $\text{RCOR}$ ) dan berikatan pada selulosa. Hasil FTIR ini juga sejalan dengan mekanisme usulan dan sejalan dengan hasil FTIR penelitian Nguyen, dkk [100] yang mensintesis MgO menggunakan ekstrak dimana keberhasilan tersebut ditandai bertambahnya puncak gugus fungsi  $\text{C}=\text{O}$ . Sedangkan pada adsorben SPB, kandungan lignin berkurang dikonfirmasi dengan tidak munculnya serapan pada bilangan gelombang  $1729\text{ cm}^{-1}$  yang merupakan ikatan ester ( $\text{RCOOR}$ ) yang telah putus setelah diaktivasi dengan NaOH, serta dikonfirmasi dengan berkurangnya serapan pada bilangan gelombang  $1598\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan gugus fungsi ( $\text{C}=\text{C}$ ) cincin aromatis [101]. Hal ini mengindikasikan bahwa aktivasi menggunakan NaOH terbukti mampu memutuskan ikatan ester pada lignoselulosa dan dapat mengurangi kadar lignin.

#### **4.1.2 Karakterisasi SEM Pada Adsorben Sabut Pinang**

Adsorben SP, SPB dan SPE telah dikarakterisasi menggunakan SEM untuk mengetahui morfologi permukaan masing-masing adsorben. Analisa SEM

dilakukan dengan perbesaran 5.000 kali. Hasil analisis SEM dapat dilihat pada **Gambar 4.10**



**Gambar 4.3** Hasil Uji SEM Masing- masing Adsorben

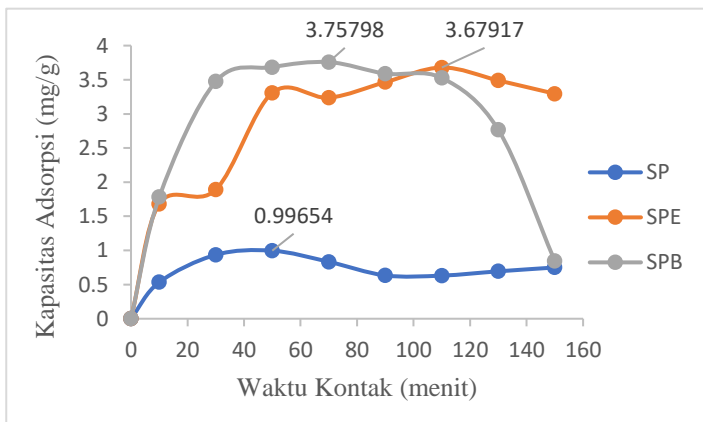
Berdasarkan **Gambar 4.10** Hasil SEM adsorben SP, SPB dan SPE memiliki permukaan berbentuk tabung. Hal ini juga sejalan dengan penelitian dari Muhammad, dkk [23]. Dari hasil juga menunjukkan bahwa permukaan adsorben SP terlihat kasar, tidak rata, dan terdapat rongga yang kecil, dikarenakan permukaan masih banyak mengandung zat pengotor seperti lignin dan hemiselulosa yang menutupi pori. Hal ini sejalan dengan hasil FTIR adsorben SP yang menunjukkan adanya gugus fungsi dari lignoselulosa.



Namun setelah dilakukan proses aktivasi dengan NaOH permukaan adsorben SPB terlihat berbeda dengan adsorben SP. Tampilan permukaan adsorben SPB terlihat bersih dan rongga pada adsorben jauh lebih besar, hal ini dikarenakan aktivasi menggunakan NaOH mampu memecah permukaan adsorben dan mampu menghilangkan pengotor seperti lignin yang telah dikomfirmasi keberhasilannya oleh hasil dari FT-IR yang menunjukkan hilangnya gugus fungsi C=O dan berkurangnya intensitas serapan gugus fungsi C=C pada spektra yang dihasilkan. Hal ini juga sejalan dengan penelitian sukla, dkk [23] menjelaskan bahwa pembentukan rongga atau peluasan rongga menjadi lebih besar diakibatkan oleh berkurangnya zat pengotor pada permukaan adsorben. Sedangkan adsorben SPE memiliki permukaan dengan rongga yang besar dan tampilan permukaan terlihat bersih yang menunjukkan bahwa adanya senyawa metabolit sekunder yang mampu menghilangkan pengotor dan mampu berikatan pada permukaan adsorben, sehingga tampilan adsorben SPE terlihat jauh berbeda dengan adsorben SP dan SPB. Hasil yang berbeda tersebut menunjukkan adanya pengaruh dari ekstrak daun nanas.

#### 4.2 Pengaruh Variasi Waktu Kontak terhadap Kapasitas Adsorpsi SP, SPB dan SPE

Variasi waktu kontak digunakan untuk menentukan kapasitas terbaik pada waktu yang digunakan masing-masing adsorben SP, SPB, SPE dalam mengadsorpsi ion logam Fe secara maksimal. Variasi waktu kontak yang dilakukan pada penelitian ini yaitu 10, 30, 50, 70, 90, 110, 130 dan 150 menit. Hasil pengujian variasi waktu kontak dapat dilihat pada **Gambar 4.11**



**Gambar 4.4** Grafik Pengaruh Waktu Kontak terhadap Kapasitas Adsorpsi Masing-Masing Adsorben

Berdasarkan **Gambar 4.11**, adsorpsi ion logam Fe pada adsorben SP menunjukkan bahwa kapasitas tertinggi yaitu diperoleh pada menit ke 50 dengan kapasitas 0,99654

mg/g dan persentase 23,75%. Adsorben SPB pada menit ke 70 dengan kapasitas 3,75798 mg/g dan persentase 89,56%. Sedangkan adsorben SPE pada menit ke 110 dengan kapasitas 3,67917 mg/g dan persentase 87,69%.

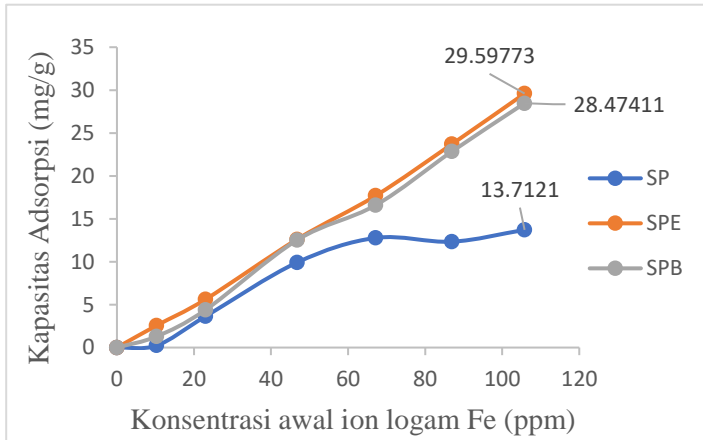
Pada variasi waktu kontak, kapasitas adsorpsi adsorben SP tidak memberikan nilai yang begitu besar dikarenakan belum terbukanya rongga pada permukaan adsorben sehingga situs aktif belum maksimal dalam proses adsorpsi. Hal ini telah dikonfirmasi oleh hasil FTIR dan SEM pada adsorben SP. Sedangkan kapasitas adsorpsi SPE dan SPB jauh lebih tinggi dikarenakan telah hilangnya lignin pada SPB dan adanya senyawa flavanon pada SPE yang telah dikonfirmasi oleh FTIR. Selain itu, rongga permukaan adsorben SPB dan SPE jauh lebih besar yang telah dikonfirmasi dari hasil SEM. Sehingga secara kapasitas adsorpsi akan jauh lebih tinggi dibandingkan adsorben SP. Namun, pola kapasitas adsorpsi SPB cenderung naik secara signifikan dan lebih cepat mengadsorpsi dibandingkan adsorben SPE. Akan tetapi, semakin bertambahnya waktu kontak menyebabkan kapasitas adsorben SPB semakin menurun. Hal ini disebabkan oleh situs aktif pada permukaan adsorben SPB telah jenuh sehingga pada keadaan tersebut, kapasitas adsorpsi cenderung menurun seiring bertambahnya waktu kontak. Menurunnya kapasitas

adsorpsi SPB juga dikarenakan ikatan antara gugus aktif OH dan ion logam Fe yang terbentuk akan putus kembali [83]. Hal ini dikarenakan terjadi proses kesetimbangan atau tingkat kejenuhan antara adsorbat dengan adsorben terhadap waktu kontak, dimana hampir semua sisi aktif pada adsorben telah bereaksi dengan adsorbat, sehingga perpanjangan waktu tidak lagi efektif karena menyebabkan ion logam kembali pada larutan (desorpsi) [70][102]. Sedangkan kapasitas adsorpsi SPE naik secara lambat dan membutuhkan waktu yang lama dalam mengadsorpsi ion logam Fe. Namun, semakin bertambahnya waktu kontak maka kapasitas adsorpsi mengalami peningkatan yang cukup signifikan. Meningkatnya kapasitas adsorpsi tersebut dipengaruhi aktivasi ekstrak yang mampu menambah situs aktif pada permukaan adsorben SPE, namun kapasitas adsorpsi dari adsorben SPB dan SPE tidak berbeda secara signifikan.

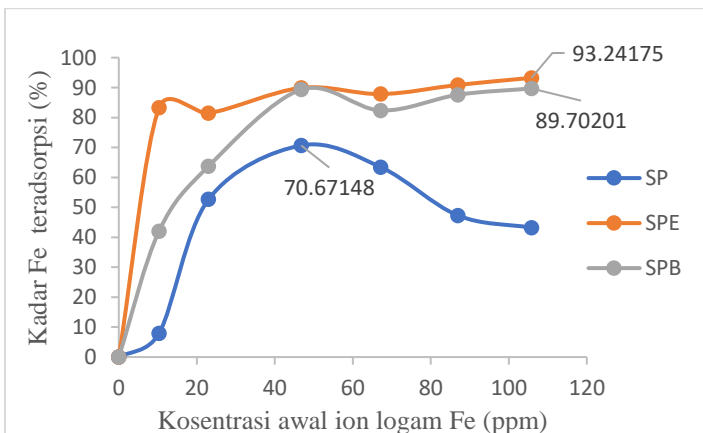
### **4.3 Pengaruh Variasi Konsentrasi terhadap Kapasitas Adsorpsi SP, SPB dan SPE**

Variasi konsentrasi digunakan untuk menentukan kapasitas adsorpsi tertinggi pada SP, SPB, dan SPE dalam mengadsorpsi ion logam Fe, dengan menggunakan waktu kontak terbaik masing-masing adsorben. Variasi konsentrasi yang digunakan pada penelitian ini yaitu 10, 20, 40, 60, 80

dan 100 ppm. Hasil pengujian variasi konsentrasi dapat dilihat pada **Gambar 4.12**



**Gambar 4.5** Pengaruh Konsentrasi terhadap Kapasitas Adsorpsi Ion Logam Fe



**Gambar 4.6** Persentase Logam Fe teradsorpsi oleh Adsorben SP, SPB, SPE

Berdasarkan **Gambar 4.12** menunjukkan bahwa kapasitas tertinggi pada SP, SPB dan SPE diperoleh pada konsentrasi 100 ppm dengan kapasitas masing-masing yaitu 13,7121, 28,4742 dan 29,5977 mg/g. Kapasitas adsorpsi dari masing-masing adsorben mengalami peningkatan dari konsentrasi 10 ppm sampai 100 ppm. Dari pola grafik tersebut dapat dilihat bahwa semakin bertambahnya konsentrasi maka semakin banyak pula ion logam Fe yang teradsorpsi. Hal ini sejalan dengan penelitian Lazulva, dkk [36] yang menjelaskan semakin tinggi konsentrasi ion logam maka kapasitas adsorpsi akan meningkat. Jika konsentrasi ion logam meningkat maka ion dalam larutan akan semakin banyak sehingga ion logam akan lebih banyak berinteraksi dengan sisi aktif atau permukaan adsorben. Selain itu, kapasitas adsorben SPE dan SPB lebih tinggi dibandingkan adsorben SP. Hal ini dipengaruhi oleh proses aktivasi yang mampu membuka situs aktif pada SPB dan SPE sehingga kemampuan adsorpsinya akan meningkat.

Pola adsorpsi pada **Gambar 4.13** menunjukkan bahwa persentase adsorpsi tertinggi SP, SPB, dan SPE diperoleh yaitu 70,67%, 89,70% dan 93,24%. Dari pola tersebut, adsorpsi SPE mengalami kenaikan yang signifikan dibandingkan SPB. Hal ini disebabkan karena SPE memiliki situs aktif yang lebih banyak dibandingkan SPB karena

aktivasi ekstrak menyebabkan flavanon berikatan dengan selulosa pada SPE (**Gambar 4.8**). Selain itu, pola persentase SPE terlihat lebih stabil dibandingkan SP dan SPB yang mengalami penurunan dan peningkatan yang cukup signifikan. Kestabilan SPE disebabkan pengaruh aktivasi adsorben yang mampu memberikan kestimbangan antara interkasi adsorbat dan adsorben.

