

BAB III

METODE PREPARASI ADSORBEN DARI LIMBAH BUAH

Buah merupakan salah satu bahan pangan yang penting bagi tubuh manusia karena mempunyai kandungan vitamin, mineral, serta zat gizi lainnya (Karmila & Nuryanti, 2021). Umumnya masyarakat akan mengonsumsi buah pada bagian dagingnya dibandingkan bagian lain seperti kulit dan biji. Bagian buah yang tidak dikonsumsi akan dibuang menjadi limbah. Akan tetapi, limbah buah yang semula dianggap mencemari lingkungan dapat diubah menjadi adsorben untuk memurnikan minyak goreng bekas (Marjenah *et al.*, 2018). Adsorben yang diperoleh dari bahan-bahan alami/ biologi disebut dengan biosorben. Penggunaan biosorben sangatlah menguntungkan karena tidak mencemari lingkungan dan aman (Rahmi & Sajidah, 2017).

Tabel 3. Metode Preparasi Adsorben

No	Bahan	Nama Ilmiah	Suhu Karbonisasi (°C)	Waktu Karbonisasi (jam)	Aktivasi		Rendemen (%)	Referensi
					Fisik (°C)	Kimia (pelarut)		
1	Kulit pisang kepok	-	-	-	150-200	-	-	Zulkifli <i>et al.</i> (2018)
2	Kulit pisang kepok	-	-	-	-	NaOH 2,5N	-	Marwah & Sulistiyono (2019)
3	Kulit pisang	<i>Musa paradisiaca</i> <i>Linnaeus</i>	600	3	-	NaOH 1N	-	Prabowo & Muflihah (2019)
4	Kulit pisang kepok	-	-	-	-	-	-	Suryadi <i>et al.</i> (2019)
5	Kulit pisang kepok	<i>Musa normalis</i>	400	2	-	NaOH 0,5N	-	Nasir <i>et al.</i> (2014)
6	Kulit salak	<i>Salacca zalacca</i>	300	0,167	-	HCl 0,1N	-	Ardiyansyah & Silalahi (2021)
7	Kulit salak	-	-	-	300	-	66,35	Mangallo <i>et al.</i> (2014)
8	Kulit durian	<i>Durio zibhetinus murr</i>	500	2	-	H ₂ SO ₄ 1N	-	Miskah <i>et al.</i> (2019)
9	Kulit durian	-	600	1	-	HCl 2N	-	Masyithah <i>et al.</i> (2018)

Tabel 3. Metode Preparasi Adsorben

No	Bahan	Nama Ilmiah	Suhu Karbonisasi (°C)	Waktu Karbonisasi (jam)	Aktivasi		Rendemen (%)	Referensi
					Fisik (°C)	Kimia (pelarut)		
10	Kulit durian	<i>Durio zibethinus</i>	600	-	-	KOH 3,6N	39,80	Sari <i>et al.</i> (2021)
11	Kulit kakao	<i>Theobroma cacao</i> <i>Linnaeus</i>	-	-	-	NaOH 1N	48	Marlina <i>et al.</i> (2022)
12	Kulit buah sukun	<i>Artocarpus altilis</i>	400	2	-	H ₃ PO ₄ 3N	-	Suartini <i>et al.</i> (2018)
13	Kulit nanas	-	-	-	600	-	-	Chairgulprasert & Nileah (2019)
14	Biji asam jawa	<i>Tamarindus indica L.</i>	-	-	-	HNO ₃ 4N	-	Fauzhia <i>et al.</i> (2019)
15	Biji salak	<i>Salacca zalacca</i>	350	1,5	-	H ₂ SO ₄ 0,1N	-	Qory <i>et al.</i> (2021)
16	Biji alpukat	<i>Persea americana Mill</i>	-	-	-	HCl 1N	-	Fitriani & Nurulhuda (2018)
17	Biji alpukat	<i>Persea americana Mill</i>	400	2	-	HCl 1,4 N	-	Fadilah & Utami (2020)
18	Biji pepaya	-	-	-	-	H ₂ SO ₄ 2N	-	Nusa & Sipahutar (2018)
19	Ampas nanas	<i>Ananas comosus</i>	500	1	-	H ₃ PO ₄ 3N	-	Kamaruzzaman <i>et al.</i> (2020)
20	Tempurung kelapa	-	-	-	-	HCl 1,5N	-	Fathurrahmaniah <i>et al.</i> (2022)

Tabel 3. menunjukkan berbagai macam limbah buah yang dapat digunakan menjadi adsorben untuk minyak goreng bekas penggorengan berulang. Melalui data yang diperoleh dapat dilihat bahwa sebagian besar limbah buah yang digunakan menjadi adsorben berasal dari kulit dan biji buah. Dari 20 data yang diperoleh terdapat 14 data yang menggunakan kulit buah, 5 data yang menggunakan biji buah, dan 1 data yang menggunakan ampas buah. Lebih banyaknya penggunaan limbah kulit dan biji buah menjadi adsorben dikarenakan dalam pengkonsumsian buah seringkali kulit dan bijinya tidak dikonsumsi. Maka, kulit dan biji buah akan menjadi limbah sisa makanan yang banyak dan mudah ditemukan. Banyaknya jumlah dan kemudahan dalam menemukan kulit dan biji buah tersebut akan mendorong para peneliti untuk mengolah limbah kulit dan biji buah tersebut menjadi sesuatu yang lebih bermanfaat seperti adsorben untuk minyak goreng bekas (Marjenah *et al.*, 2018). Sedangkan, untuk ampas buah lebih jarang digunakan karena untuk

memperoleh ampas buah harus melalui proses yang lebih panjang seperti membuat jus buah atau mengambil sari buah (Putranto *et al.*, 2016).

Berdasarkan Tabel 3., dapat diketahui bahwa 19 bahan yang mengalami proses aktivasi baik secara fisik maupun kimia merupakan bahan yang akan menjadi adsorben arang aktif. Sebagian besar susunan arang aktif adalah atom karbon bebas yang memiliki *internal surface* (permukaan dalam) sehingga cocok untuk menjadi adsorben (Maulana *et al.*, 2017). Maka, arang aktif dapat digunakan untuk menyerap warna, suspensi koloid penyebab bau tidak diinginkan, serta mengurangi hasil degradasi minyak seperti asam lemak bebas dan bilangan peroksida (Mangallo *et al.*, 2014; Zulkifli *et al.*, 2018).

Arang memiliki sedikit kandungan mineral yang berasal dari kadar abunya. Akan tetapi, sebagian besar kandungan arang adalah karbon yang merupakan unsur *non-mineral* (bukan mineral) (Sahara *et al.*, 2017). Arang aktif yang terbuat dari limbah buah harus memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN) dalam SNI 06-3730-1995.

Tabel 4. Syarat Mutu Arang Aktif Teknis (SNI 06-3730-1995)

No	Uraian	Satuan	Persyaratan	
			Butiran	Serbuk
1.	Bagian yang hilang pada pemanasan 950°C	%	Maks. 15	Maks. 25
2.	Air	%	Maks. 4,4	Maks. 15
3.	Abu	%	Maks. 2,5	Maks. 10
4.	Bagian yang tidak terarang	-	Tidak ternyata	Tidak ternyata
5.	Karbon aktif murni	%	Min. 80	Min. 65

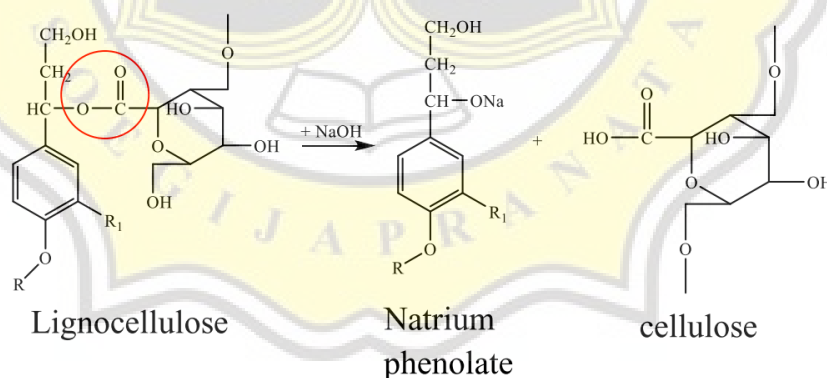
Sumber: (Badan Standardisasi Nasional, 1995)

Tahapan pembuatan arang aktif diawali dengan tahap karbonisasi yang dilakukan untuk membentuk arang melalui pemecahan bahan-bahan organik (limbah buah). Proses karbonisasi akan menggunakan wadah besi atau seng tertutup untuk mengarangkan limbah buah. Wadah yang digunakan harus tertutup bertujuan untuk

menghindari kontak dengan udara selama proses pengarangan agar tidak terjadi oksidasi. Apabila proses oksidasi terjadi dapat mengakibatkan perubahan arang menjadi abu (Mangallo *et al.*, 2014). Proses karbonisasi umumnya dilakukan pada suhu 400°C hingga 900°C (Ramadhani *et al.*, 2020). Semakin tinggi suhu karbonisasi dan semakin lama waktu karbonisasi akan menghasilkan arang aktif yang lebih halus dan lebih besar luas permukaannya (Prabowo & Muflihah, 2019). Luas permukaan adsorben yang semakin besar akan meningkatkan kemungkinan terjadinya tumbukan antara permukaan aktif adsorben dengan partikel adsorbat (asam lemak bebas, nilai peroksida, zat warna, kadar air, dan suspensi koloid penyebab bau tidak sedap) (Qory *et al.*, 2021). Selama proses karbonisasi akan terjadi pembentukan pori-pori akibat dari menguapnya zat terbang dari limbah buah. Proses karbonisasi akan menghasilkan 3 macam produk yaitu gas, cair, dan padatan. Produk gas yang dihasilkan akan berupa gas CO, CO₂, hidrogen, dan metan. Produk cair yang dihasilkan akan berupa tar, hidroarang, dan air. Produk padatan yang dihasilkan akan berupa arang yang diperoleh dari degradasi hemiselulosa dan lignin dari bahan organik (limbah buah) (Mangallo *et al.*, 2014).

Tahap selanjutnya adalah aktivasi yang dilakukan agar jumlah dan diameter pori-pori arang menjadi semakin besar melalui pemecahan ikatan hidrokarbon atau oksidasi molekul-molekul permukaan, sehingga terjadi perubahan sifat pada arang yaitu semakin besar luas permukaannya (Mangallo *et al.*, 2014). Terdapat 2 macam metode aktivasi arang yaitu fisik dan kimia. Aktivasi fisik dilakukan dengan memutuskan rantai karbon dari senyawa organik dengan bantuan uap panas, gas N₂, dan gas CO₂. Sedangkan, aktivasi kimia dilakukan dengan memutuskan rantai karbon dari senyawa organik menggunakan aktivator kimia seperti KOH, NaOH, H₂SO₄, HCl, HNO₃, dan H₃PO₄ (Mangallo *et al.*, 2014; Zulkifli *et al.*, 2018). Terdapat perbedaan antara arang yang diaktivasi secara fisik dengan arang yang diaktivasi secara kimia. Pada arang yang diaktivasi secara fisik hanya bahan-bahan pengotor penutup pori-pori yang berikatan secara fisik (Van Der Waals) yang dapat teraktivasi/ teruapkan karena pemanasan. Arang yang diaktivasi secara kimia lebih baik daripada arang yang diaktivasi secara fisik karena suhu yang relatif lebih

rendah, waktu yang lebih singkat, serta pengembangan struktur berpori lebih baik daripada arang yang diaktivasi secara fisik (Das *et al.*, 2015). Pada arang yang diaktivasi secara kimia akan dibedakan menjadi aktivasi menggunakan larutan basa dan aktivasi menggunakan larutan asam (Zaini & Sami, 2016). Menurut Marlina *et al.* (2022), arang yang teraktivasi basa akan mempunyai kapasitas adsorpsi yang lebih efektif dibandingkan dengan arang yang teraktivasi asam. Hal ini dikarenakan larutan basa yang digunakan sebagai aktivator dapat melarutkan lignin dan hemiselulosa sehingga pori-pori semakin besar dan kapasitas adsorpsi arang meningkat. Proses aktivasi arang dengan larutan basa (misalnya: NaOH) menyebabkan pemutusan ikatan dari struktur dasar lignin. Ikatan yang putus selama aktivasi adalah ikatan penghubung antara selulosa dan lignin atau hemiselulosa dengan lignin. Sedangkan Na⁺ akan berikatan dengan lignin membentuk natrium fenolat. Garam fenolik ini memiliki sifat yang mudah larut. Penurunan kandungan lignin ditunjukkan dengan terbentuknya larutan berwarna hitam, dan perubahan berat sampel, dimana sampel yang diaktivasi memiliki bobot yang lebih ringan dibandingkan dengan bobot sebelum aktivasi (Marlina *et al.*, 2022).



Gambar 3. Reaksi Pemutusan Ikatan Lignin dan Selulosa

Sumber: (Marlina *et al.*, 2022)

Sedangkan, arang yang teraktivasi larutan asam cenderung mempunyai pori-pori yang lebih sedikit dibandingkan arang yang teraktivasi larutan basa. Hal ini dikarenakan terjadinya korosi dan runtuhnya struktur pori pada permukaan arang

sehingga pori-porinya akan lebih sedikit (Liu *et al.*, 2020). Pori-pori yang terbentuk berfungsi untuk mengadsorpsi adsorbat (asam lemak bebas, nilai peroksida, zat warna, kadar air, dan suspensi koloid penyebab bau tidak sedap) (Masyithah *et al.*, 2018). Kemudian, tahap terakhir dari proses pembuatan arang aktif yaitu memperkecil ukuran arang aktif yang telah dihasilkan kemudian disaring/ diayak (Mangallo *et al.*, 2014). Proses penyaringan/ pengayakan dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh arang aktif dengan ukuran partikel yang seragam dan dapat mengetahui kapasitas adsorpsi arang aktif dengan ukuran partikel yang ditentukan (Nasir *et al.*, 2014).

Arang aktif merupakan padatan berpori yang melalui proses aktivasi. Pada Tabel 3. terdapat 1 bahan yang tidak melalui proses aktivasi yaitu kulit pisang kepek pada penelitian Suryadi *et al.* (2019). Maka, adsorben yang terbentuk dari kulit pisang kepek tersebut berupa adsorben padatan yang dikeringkan. Tahapan dari pembuatan adsorben padatan yang dikeringkan, diawali dengan pengeringan kulit pisang kepek menggunakan sinar matahari selama 2 hari. Lalu, dilanjutkan dengan penghacuran kulit pisang kepek yang sudah kering menggunakan blender elektrik. Selanjutnya, padatan kulit pisang kepek kering akan dihaluskan menggunakan ayakan dengan ukuran mesh yang telah ditentukan (Suryadi *et al.*, 2019). Adsorben yang tidak melalui proses aktivasi akan mempunyai perbedaan yang signifikan terhadap adsorben yang teraktivasi. Perbedaannya adalah pada permukaan pori-pori dari adsorben yang tidak melalui proses aktivasi banyak yang masih tertutup oleh bahan-bahan organik sehingga akan mempunyai kapasitas adsorpsi yang lebih rendah dibandingkan adsorben yang teraktivasi (Zaini & Sami, 2016).

Tabel 3. menunjukkan bahwa hanya terdapat 3 data adsorben arang aktif yang diketahui persentase rendemennya. Hal ini dikarenakan dari 20 jurnal penelitian yang ditemukan hanya terdapat 3 jurnal yang mencantumkan massa bahan baku dan massa arang aktif untuk menghitung persentase rendemen atau persentase rendemennya secara langsung. Persentase rendemen arang aktif diperoleh dari perbandingan antara massa arang aktif dengan massa bahan baku (limbah buah)

(Sari *et al.*, 2021). Diantara ketiga data yang diketahui penelitian Sari *et al.* (2021) mempunyai persentase rendemen yang paling sedikit (39,8%). Hal ini dikarenakan penelitian Sari *et al.* (2021) mempunyai suhu karbonisasi yang paling tinggi yaitu 600°C. Semakin tinggi suhu karbonisasi menyebabkan persentase rendemen akan semakin menurun Hal tersebut dikarenakan semakin tingginya suhu karbonisasi akan menyebabkan semakin banyak *volatile matter* yang terurai dan teruapkan (Esterlita & Herlina, 2015).

