

**PEMBUATAN ARANG AKTIF DARI KULIT BUAH KAKAO (*Theobroma cacao* L.)  
DAN APLIKASINYA PADA MINYAK JELANTAH**

**ARMAN  
G031 18 1316**



**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

**PEMBUATAN ARANG AKTIF DARI KULIT BUAH KAKAO (*Theobroma cacao* L.)  
DAN APLIKASINYA PADA MINYAK JELANTAH**

**ARMAN  
G031 18 1316**



**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

Skripsi  
Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh Gelar  
Sarjana Teknologi Pertanian  
pada

Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan,  
Departemen Teknologi Pertanian  
Fakultas Pertanian  
Universitas Hasanuddin  
Makassar

**PROGRAM STUDI ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN  
DEPARTEMEN TEKNOLOGI PERTANIAN  
FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2024**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

PEMBUATAN ARANG AKTIF DARI KULIT BUAH KAKAO (*Theobroma cacao* L.)  
DAN APLIKASINYA PADA MINYAK JELANTAH

Disusun dan diajukan oleh:

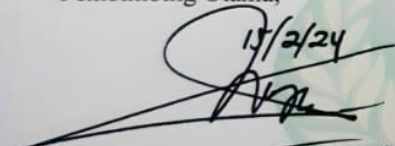
ARMAN  
G031 18 1316

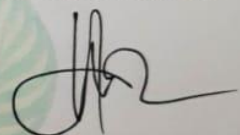
Telah dipertahankan dihadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin pada tanggal 31 Januari 2024 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,

  
Dr. Ir. Andi Hasizah Mochtar, M.Si.  
Nip. 19680522 201508 2 001

  
Arfina Sukmawati Arifin, STP., M.Si.  
Nip. 19920815 202012 2 016

Ketua Program Studi,

  
Dr. Andi Nur Fajrah Rahman, S.TP., M.Si.  
Nip. 19830428 200812 2 002

Tanggal Lulus : 31 Januari 2024

## DEKLARASI

Dengan ini saya menyatakan bahwa, skripsi berjudul "**Pembuatan Arang Aktif dari Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.) dan Aplikasinya pada Minyak Jelantah**" benar adalah karya saya dengan arahan tim pembimbing, belum pernah diajukan atau tidak sedang diajukan dalam bentuk apapun kepada perguruan tinggi mana pun. Saya menyatakan bahwa semua sumber informasi yang digunakan telah disebutkan di dalam teks dan dicantumkan dalam daftar pustaka.

Makassar, 31 Januari 2024



Arman

G031 18 1316

## ABSTRAK

ARMAN (NIM. G031181316). **Pembuatan Arang Aktif dari Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.) dan Aplikasinya pada Minyak Jelantah** Dibimbing oleh ANDI HASIZAH MOCHTAR dan ARFINA SUKMAWATI ARIFIN.

**Latar belakang:** Minyak jelantah merupakan limbah minyak goreng dari pemakaian rumah tangga maupun industri pengolahan pangan yang telah digunakan berulang pada suhu tinggi sehingga minyak tersebut telah mengalami penurunan mutu yang dapat berdampak negatif pada nutrisi dan kualitas makanan yang diolah. Konsumsi minyak jelantah dapat menimbulkan berbagai penyakit seperti diare, pengendapan lemak dalam pembuluh darah, dan kanker. Minyak jelantah mengandung asam lemak bebas, bilangan peroksida, dan kadar air yang tinggi sehingga tidak dapat digunakan kembali. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk memanfaatkan minyak jelantah yaitu pemurnian menggunakan arang aktif dari kulit buah kakao. Kulit buah kakao memiliki kandungan selulosa yang tinggi diharapkan dapat menurunkan kandungan asam lemak bebas, bilangan peroksida dan kadar air pada minyak jelantah. **Tujuan:** Penelitian bertujuan untuk mengetahui pengaruh massa arang aktif dan waktu adsorpsi berdasarkan karakteristik minyak jelantah serta menentukan massa arang aktif dan waktu adsorpsi terbaik terhadap karakteristik minyak jelantah hasil pemurnian. **Metode:** Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap faktorial yang terdiri dari dua faktor yaitu faktor massa arang aktif dan faktor waktu adsorpsi. Faktor massa arang aktif terdiri dari 3 taraf yaitu 5 gram, 10 gram, dan 15 gram. Sementara itu faktor waktu adsorpsi terdiri dari 4 taraf yaitu 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Data dianalisis dengan ANOVA (Analysis of Variance) dan dilanjutkan uji Duncan jika terdapat pengaruh perlakuan. **Hasil:** Hasil analisis awal minyak jelantah diperoleh kadar air 0,35%, asam lemak bebas 1,56%, bilangan peroksida 32,95 mek/kg, dan kejernihan 44,93 Abs. Setelah pemurnian dengan penambahan massa arang aktif (5, 10, dan 15 gram) dengan waktu kontak (30, 60, 90, dan 120 menit) mampu menurunkan kadar air menjadi 0,28% - 0,07%, kadar asam lemak bebas turun menjadi 1,42% - 0,79%, bilangan peroksida turun menjadi 32,53 mek/kg - 32,20 mek/kg, dan transmitan naik menjadi 2,86 T - 5,15 T. **Kesimpulan:** Massa arang aktif dan waktu adsorpsi berpengaruh nyata terhadap kadar air, asam lemak bebas, bilangan peroksida, dan tidak berpengaruh nyata terhadap kejernihan minyak jelantah hasil pemurnian. Selain itu, interaksi antar perlakuan berpengaruh nyata terhadap kadar air dan asam lemak bebas, sedangkan bilangan peroksida dan kejernihan tidak berpengaruh nyata. Perlakuan terbaik massa arang aktif dan waktu adsorpsi minyak jelantah yaitu massa arang aktif 15 gram dan waktu adsorpsi 120 menit menghasilkan karakteristik minyak jelantah kadar air 0,08%, asam lemak bebas 0,79%, bilangan peroksida 32,20 mek/kg, dan kejernihan 3,27 T (Transmitan). **Kata Kunci:** Adsorpsi, arang aktif, kulit buah kakao, minyak jelantah

## ABSTRACT

ARMAN (NIM. G031181316). **Making Activated Carbon Charcoal from Cocoa (*Theobroma cacao* L.) Pod Husk and Application in Used Cooking Oil** is guided by ANDI HASIZAH MOCHTAR and ARFINA SUKMAWATI ARIFIN.

**Background:** *Used cooking oil is waste cooking oil from household use and the food processing industry which has been used repeatedly at high temperatures so that the oil has experienced a decline in quality which can have a negative impact on the nutrition and quality of the food being processed. Consuming used cooking oil can cause various diseases such as diarrhea, fat deposition in blood vessels, and cancer. Used cooking oil contains free fatty acids, peroxide levels and high water content so it cannot be reused. One way that can be used to utilize used cooking oil is to purify it using activated charcoal from cocoa pod shells. Cocoa pod skin has a high cellulose content which is expected to reduce the free fatty acid content, peroxide value and water content in used cooking oil.* **Objective:** *The research aims to determine the effect of activated charcoal mass and adsorption time based on the characteristics of used cooking oil and determine the best activated charcoal mass and adsorption time on the characteristics of refined used cooking oil.* **Method:** *This study used a completely randomized factorial design consisting of two factors, namely the activated charcoal mass factor and the adsorption time factor. The mass factor of activated charcoal consists of 3 levels, namely 5 grams, 10 grams and 15 grams. Meanwhile, the adsorption time factor consists of 4 levels, namely 30 minutes, 60 minutes, 90 minutes and 120 minutes. Data were analyzed using ANOVA (Analysis of Variation) and continued with the Duncan test if there was an effect of treatment.* **Results:** *The results of the initial analysis of used cooking oil showed a water content of 0.35%, free fatty acids of 1.56%, peroxide value of 32.95 mek/kg, and clarity of 44.93 Abs. After purification with the addition of activated charcoal masses (5, 10, and 15 grams) with contact times (30, 60, 90, and 120 minutes) it was able to reduce the water content to 0.28% - 0.07%, the free fatty acid content decreased to 1.42% - 0.79%, the peroxide value decreased to 32.53 mek/kg – 32.20 mek/kg, and the absorbance decreased to 2,86 T – 3,27 T.* **Conclusion:** *Activated charcoal mass and adsorption time have a significant effect on water content, free fatty acids, peroxide value and clarity of purified used cooking oil. In addition, the interaction between treatments had a significant effect on water content and free fatty acids, while peroxide value and clarity had no significant effect. The best treatment for activated charcoal mass and used cooking oil adsorption time, namely an activated charcoal mass of 15 grams and an adsorption time of 120 minutes, produces the characteristics of used cooking oil with a water content of 0.08%, free fatty acids of 0.79%, peroxide value of 32.20 mek/kg, and clarity 3.27 T (Transmittance).* **Keywords:** *Adsorption, activated charcoal, cocoa pod husk, used cooking oil.*

## PERSANTUNAN

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa, atas penyertaan serta berkat dan kuasanya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul **“Pembuatan Arang Aktif dari Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.) dan Aplikasinya pada Minyak Jelantah”** sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin.

Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua (Bapak **Hasbi** dan Ibu **Nuhera**) yang selalu mendampingi, mendoakan, serta memberikan dukungan kepada penulis baik itu secara moril maupun materil selama masa pendidikan hingga selesai penyusunan skripsi. Penulis juga ingin mengucapkan terima kasih kepada saudara-saudara saya (**Jumadi, Jusman, Samsu Diar, dan Rahmat Fajri**) yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada penulis selama masa pendidikan, penelitian, dan juga penyusunan skripsi. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada keluarga besar yang senantiasa memberikan motivasi kepada penulis dari awal menempuh pendidikan hingga selesai dalam penyusunan skripsi.

Selanjutnya saya ingin mengucapkan terima kasih kepada Ibu **Dr. Ir. Andi Hasizah Mochtar, M.Si** dan Ibu **Arfina Sukmawati Arifin, STP., M.Si** selaku pembimbing yang banyak memberikan arahan, bimbingan serta motivasi kepada penulis sejak tahap penyusunan proposal, pelaksanaan penelitian dan penyusunan skripsi.

Selain peran dari kedua orang tua dan dosen pembimbing penulis, penelitian dan penyusunan skripsi ini dapat disusun dan diselesaikan dengan baik berkat bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini izinkan penulis untuk menyampaikan rasa terima kasih kepada:

1. **Ketua Program Studi dan Staf Akademik** Proram Studi Ilmu dan Teknologi Pangan Universitas Hasanuddin yang telah banyak membantu dalam hal akademik.
2. Bapak **Prof. Ir. Amran Laga, MS** dan Ibu **Andi Rahmayanti R, S.TP., M.Si** yang telah bersedia sebagai penguji serta memberikan saran dan kritikan kepada penulis.
3. **Bapak dan Ibu** dosen di Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan yang telah membagikan ilmu serta pengalaman yang berharga kepada penulis selama menempuh pendidikan di Universitas Hasanuddin.
4. Kepada teman-teman **Spektrum 2018** yang telah menjadi keluarga baru selama penulis menempuh pendidikan di Universitas Hasanuddin, terima kasih atas dukungan dan juga kenangan selama masa perkuliahan.
5. Kepada teman-teman organisasi **KMD TP UH** yang telah berbagi pengalaman dan juga ilmu baik itu dalam bidang akademik dan non akademik kepada penulis.

Penulis juga tidak lupa mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu yang telah membantu penulis selama menempuh pendidikan di Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa dalam skripsi ini masih terdapat kekurangan yang diperlu disempurnakan dengan saran dan kritik yang membangun dari semua pihak. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bukan hanya bagi penulis tapi juga bagi masyarakat sehingga dapat memberikan informasi bagi para pembaca.

Makassar, 31 Januari 2024

Arman

## RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Arman lahir di Sabbang, pada Tanggal 30 Desember 1999. Merupakan anak keempat dari lima bersaudara. Dilahirkan dari pasangan Hasbi dan Nuhera

Pendidikan formal yang pernah dijalani yaitu:

1. Sekolah Dasar Negeri 007 Tete Uri
2. Sekolah Menengah Pertama Negeri 7 Sabbang
3. Sekolah Menengah Atas Negeri 1 Masamba

Penulis diterima di Universitas Hasanuddin pada tahun 2018 melalui jalur SBMPTN (Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri) dan tercatat sebagai mahasiswa pada Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Departemen Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Hasanuddin, Makassar.

Selama masa perkuliahan, penulis cukup aktif dalam bidang akademik dan non akademik. Penulis telah menempuh program magang di Teaching Industri Universitas Hasanudin di tahun 2022. Penulis merupakan anggota dari organisasi intra kampus Himpunan Mahasiswa Teknologi Pertanian Universitas Hasanuddin (HIMATEPA UH) dan Keluarga Mahasiswa Badan Eksekutif Mahasiswa Fakultas Pertanian Universitas Hasanuddin (KEMA BEM FAPERTA UH).



## DAFTAR ISI

	Halaman
SAMPUL .....	i
JUDUL.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
DEKLARASI.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
ABSTRACT.....	vi
PERSANTUNAN .....	vii
RIWAYAT HIDUP .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
I. PENDAHULUAN .....	1
I.1 Latar Belakang .....	1
I.2 Rumusan Masalah .....	2
I.3 Tujuan penelitian .....	2
I.4 Manfaat Penelitian .....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
II.1 Minyak Goreng.....	3
II.2 Minyak Jelantah.....	5
II.3 Pemurnian Minyak Jelantah .....	6
II.4 Adsorpsi.....	7
II.5 Arang Aktif.....	8
II.6 Kulit Buah Kakao .....	10
III. METODE PENELITIAN.....	11
III.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	11
III.2 Alat dan Bahan .....	11
III.3 Desain Penelitian.....	11
III.4 Prosedur Penelitian.....	12
III.4.1 Pembuatan dan Aktivasi Arang Kulit Kakao (Budianto <i>et al.</i> , 2016).....	12
III.4.2 Proses Adsorpsi Minyak Jelantah (Purnama <i>et al.</i> , 2014).....	12
III.4.3 Parameter Pengujian Karakteristik Minyak Jelantah Hasil Adsorpsi .....	12
III.4.3.1 Uji Kadar Air (SNI 7709: 2019).....	12
III.4.3.2 Uji Bilangan Peroksida (SNI 7709:2019).....	13
III.4.3.3 Uji Kadar Asam Lemak Bebas (SNI 7709: 2019).....	13
III.4.3.4 Kejernihan (Hakim <i>et al.</i> , 2021).....	13
III.4.4 Pengolahan Data.....	14
III.4.5 Diagram Alir .....	14
III.4.5.1 Diagram Alir Pembuatan Arang Aktif Kulit Buah Kakao .....	14
III.4.5.2 Diagram Alir Proses Pemurnian Minyak Jelantah .....	15
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	16

IV.1 Pembuatan dan Aktivasi Arang Aktif Kulit Buah Kakao .....	16
IV.2 Karakteristik Arang Aktif Kulit Buah Kakao .....	16
IV.2.1 Kadar Air.....	16
IV.2.2 Kadar Abu .....	16
IV.3 Karakteristik Minyak Jelantah Sebelum Adsorpsi.....	16
IV.4 Parameter Kualitas Minyak Jelantah.....	17
IV.4.1 Kadar Air.....	17
IV.4.2 Asam Lemak Bebas.....	19
IV.4.3 Bilangan Peroksida.....	22
IV.4.4 Kejernihan .....	24
4.5 Karakteristik Minyak Jelantah Setelah Adsorpsi .....	26
V PENUTUP.....	29
V.1 Kesimpulan.....	29
V.2 Saran .....	29
DAFTAR PUSTAKA .....	30

## DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Standar Mutu Minyak Goreng Sawit (SNI 7709: 2019).....	5
Tabel 2. Karakteristik Minyak Jelantah .....	6
Tabel 3. Syarat Mutu Arang Aktif (SNI 06-3730-1995) .....	10
Tabel 4. Kombinasi Perlakuan Penelitian Pemurnian Minyak Jelantah .....	12
Tabel 5. Analisa Awal Minyak Jelantah .....	17
Tabel 6. Persentase Penurunan Parameter Pengujian Minyak Jelantah Sebelum dan Sesudah Adsorpsi.....	27

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Struktur Kimia Trigliserida .....	3
Gambar 2. Prinsip Asorpsi dan Adsorpsi.....	8
Gambar 3. Produksi Kakao Provinsi Sulawesi Selatan .....	10
Gambar 4. Pembuatan Arang Aktif .....	14
Gambar 5. Proses Pemurnian Minyak Jelantah .....	15
Gambar 6. Pengaruh Massa Arang Aktif terhadap Kadar Air Minyak Jelantah .....	17
Gambar 7. Pengaruh Waktu Kontak terhadap Kadar Air Minyak Jelantah.....	18
Gambar 8. Pengaruh Interaksi Massa Arang Aktif dan Waktu Kontak terhadap Kadar Air Minyak Jelantah .....	19
Gambar 9. Pengaruh Massa Arang Aktif terhadap Asam Lemak Bebas Minyak Jelantah .....	20
Gambar 10. Pengaruh Waktu Kontak terhadap Asam Lemak Bebas Minyak Jelantah.....	20
Gambar 11. Pengaruh Interaksi Massa Adsorben dan Waktu Kontak terhadap Kadar Asam Lemak Bebas Minyak Jelantah .....	21
Gambar 12. Pengaruh Massa Arang Aktif terhadap Bilangan Peroksida Minyak Jelantah ....	22
Gambar 13. Pengaruh Waktu Kontak terhadap Bilangan Peroksida Minyak Jelantah.....	22
Gambar 14. Pengaruh Interaksi Perlakuan Massa Arang Aktif dan Waktu Kontak terhadap Bilangan Peroksida Minyak Jelantah.....	23
Gambar 15. Pengaruh Massa Arang Aktif terhadap Kejernihan Minyak Jelantah.....	24
Gambar 16. Pengaruh Waktu Kontak terhadap Kejernihan Minyak Jelantah .....	25
Gambar 17. Pengaruh Interaksi Massa Arang Aktif dan Waktu Kontak terhadap Kejernihan Minyak Jelantah .....	25

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Data Hasil Pengujian Kadar Air .....	34
Lampiran 2. Data Hasil Asam Lemak Bebas Minyak Jelantah .....	36
Lampiran 3. Data Hasil Bilangan Peroksida Minyak Jelantah .....	38
Lampiran 4. Data Hasil Kejernihan Minyak Jelantah.....	39
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian Pemurnian Minyak Jelantah.....	41

## I. PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Minyak goreng yang paling banyak dikonsumsi adalah minyak goreng sawit karena minyak ini cukup ideal dari segi harga dan ketersediaan serta memiliki banyak keunggulan dibandingkan minyak goreng dari sumber lain. Konsumsi minyak goreng sawit setiap tahun terus mengalami peningkatan. Pada tahun 2018 konsumsi minyak goreng mencapai 13,4 juta ton. Jumlah tersebut meningkat menjadi 16,7 juta ton di tahun 2019, 17,3 juta ton di tahun 2020, 18,4 juta ton di tahun 2021, dan 20,9 juta ton di tahun 2022 (Kemenperin, 2023). Peningkatan konsumsi minyak goreng berimbas pada meningkatnya sisa minyak hasil penggorengan atau dikenal dengan minyak jelantah. Minyak jelantah merupakan limbah minyak goreng dari pemakaian kebutuhan rumah tangga maupun industri pengolahan pangan yang sudah digunakan berulang dan minyak tersebut sudah menurun mutunya. Proses penggorengan secara berulang pada suhu tinggi 160-180 °C disertai kontak dengan air dan udara mengakibatkan terjadinya reaksi degradasi berupa proses hidrolisis, oksidasi, dan polimerisasi. Reaksi tersebut ditandai dengan perubahan warna, kenaikan viskositas, peningkatan kadar asam lemak bebas, peningkatan peroksida, dan penurunan bilangan iod. Selain itu, nilai gizi makanan yang digoreng juga akan berkurang (Oko *et al.*, 2020).

Tingginya kebutuhan minyak goreng dalam rumah tangga maupun industri pengolahan pangan menimbulkan kebiasaan menggunakan kembali minyak goreng yang sudah digunakan dengan alasan penghematan biaya (Fadhli *et al.*, 2022). Minyak jelantah sudah tidak layak dikonsumsi karena mengandung senyawa-senyawa karsinogenik, seperti peroksida dan asam lemak bebas yang tinggi (Al Qory *et al.*, 2021). Kebiasaan mengonsumsi makanan yang diolah menggunakan minyak jelantah dapat membahayakan kesehatan seperti diare, pengendapan lemak dalam pembuluh darah, dan kanker. Selain membahayakan kesehatan, membuang minyak jelantah akan mencemari lingkungan (Ferdian *et al.*, 2022).

Pengolahan minyak jelantah dengan cara pemurnian diharapkan menjadi solusi dari permasalahan tersebut sehingga dapat menghemat biaya namun tidak membahayakan kesehatan. Minyak jelantah yang telah dimurnikan dapat digunakan kembali menjadi minyak goreng layak pakai (Suartini, 2018). Pemurnian minyak jelantah bertujuan untuk memisahkan produk hasil reaksi degradasi seperti air, peroksida, asam lemak bebas, aldehid, dan keton dari minyak. Salah satu cara meningkatkan mutu minyak jelantah yaitu adsorpsi menggunakan arang aktif (Ferdian *et al.*, 2022).

Arang aktif merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi. Arang aktif dapat digunakan untuk menyerap hasil degradasi minyak seperti bau dan warna yang tidak diinginkan, serta menurunkan peroksida dan asam lemak bebas (Mangallo *et al.*, 2014). Arang aktif dapat dibuat dari limbah pertanian seperti, bonggol jagung, tempurung kelapa, kulit buah salak, sekam padi, dan limbah lignoselulosa lainnya.

Berbagai penelitian pemurnian minyak jelantah yang telah dilakukan seperti penggunaan arang aktif bonggol jagung dengan massa 20 gram dan lama waktu kontak selama 12 jam mampu menurunkan kadar asam lemak bebas minyak jelantah dari 1,62% menjadi 0,69% (Hidayati *et al.*, 2016). Karbon aktif dari biji salak dengan massa 30 gram, ukuran adsorben

100 mesh, waktu adsorpsi 90 menit mampu menurunkan asam lemak bebas dari 0,699% menjadi 0,108%, kadar air dari 0,28% turun hingga 0,062%, dan bilangan peroksida dari 12 mek O<sub>2</sub>/kg turun hingga 2,5 mek O<sub>2</sub>/kg (Al Qory *et al.*, 2021). Arang aktif dari kulit buah durian dengan massa 6 gram dan waktu kontak 150 menit mampu menurunkan kadar asam lemak bebas dari 0,1815 turun menjadi 0,0515% dan bilangan peroksida dari 14,2 mek O<sub>2</sub>/kg turun menjadi 1,41 mek O<sub>2</sub>/kg (Miskah *et al.*, 2018).

Salah satu limbah perkebunan yang masih terbatas pemanfaatannya adalah kulit buah kakao. Kulit buah kakao berpotensi besar untuk dijadikan arang aktif. Kulit buah kakao adalah kulit bagian terluar yang menyelubungi daging dan biji kakao dengan tekstur kasar, tebal, dan agak keras. Seiring dengan meningkatnya produksi kakao maka meningkat pula limbah kulit kakao yang merupakan 75% dari bagian buah kakao. Sebagian masyarakat hanya memanfaatkan limbah kulit buah kakao untuk pakan ternak, pupuk kompos, bahkan hanya dibiarkan menumpuk dan membusuk. Kulit buah kakao mengandung lignoselulosa dengan kandungan lignin 51,98%, hemiselulosa 21,06%, dan selulosa 20,15%. Potensi kandungan kulit buah kakao tersebut yang menjadi bahan untuk pembuatan arang aktif (Wijaya & Wiharto, 2017). Berdasarkan latar belakang tersebut maka dilakukan penelitian pemurnian minyak jelantah dengan proses adsorpsi menggunakan arang aktif dari kulit buah kakao untuk meningkatkan mutu minyak jelantah.

## **I.2 Rumusan Masalah**

Proses penggorengan dengan suhu tinggi (160-180 °C) dan penggunaan minyak goreng secara berulang dapat menurunkan mutu minyak goreng seperti warna menjadi lebih gelap, bau tengik, peningkatan asam lemak bebas, dan peningkatan peroksida (Kristanto *et al.*, 2021), sehingga dapat mengurangi kualitas bahan pangan hasil penggorengan dari segi rasa, penampilan, dan nilai gizi. Tingginya penggunaan minyak jelantah dan adanya kesadaran bahaya kesehatan dari konsumsi minyak jelantah, maka perlu dilakukan upaya untuk meningkatkan mutu minyak jelantah sehingga dapat dimanfaatkan kembali dan tidak terbuang percuma. Salah satu cara untuk meningkatkan mutu minyak jelantah dapat dilakukan dengan pemurnian minyak menggunakan metode adsorpsi arang aktif dari limbah lignoselulosa kulit buah kakao.

## **I.3 Tujuan penelitian**

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui pengaruh massa dan waktu kontak arang aktif kulit buah kakao terhadap karakteristik minyak jelantah yang dihasilkan
2. Untuk menentukan massa dan waktu kontak arang aktif kulit buah kakao terbaik terhadap karakteristik minyak jelantah yang dihasilkan

## **I.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini yaitu sebagai bahan informasi bagi pembaca mengenai peningkatan mutu minyak jelantah menggunakan arang aktif kulit buah kakao serta memberikan nilai tambah terhadap kulit buah kakao yang belum dimanfaatkan secara optimal.

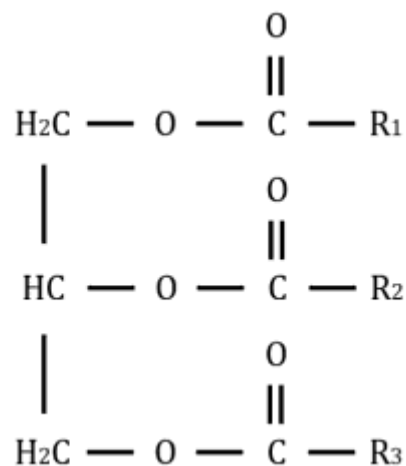
## II. TINJAUAN PUSTAKA

### II.1 Minyak Goreng

Menurut BSN 01-3741-2013 minyak goreng adalah bahan pangan dengan komposisi utama trigliserida yang berasal dari bahan nabati, dengan atau tanpa perubahan kimiawi, termasuk pendinginan dan telah melalui proses rafinasi atau pemurnian yang digunakan untuk menggoreng. Berdasarkan sumbernya minyak diperoleh dari lemak tumbuhan dan hewan yang berbentuk cair pada suhu kamar. Minyak sawit, minyak kelapa, minyak jagung, minyak kedelai, dan minyak zaitun termasuk minyak dari tumbuhan (nabati), sedangkan *tallo* (lemak atau minyak sapi) dan *lard* (lemak atau minyak babi) merupakan minyak yang bersumber dari hewan (hewani). Minyak goreng berfungsi sebagai penghantar panas, penambah rasa gurih, dan penambah nilai kalori pada makanan yang digoreng (Ariani *et al.*, 2017).

Minyak goreng kelapa sawit adalah jenis minyak goreng yang paling umum digunakan di Indonesia karena memiliki beberapa keunggulan dibandingkan jenis minyak goreng lain, seperti mengandung tokoferol sebagai sumber vitamin E dan karoten yang dikenal sebagai anti-kanker. Selain itu, minyak kelapa sawit dikenal sebagai minyak goreng non-kolesterol, yang berarti memiliki kadar kolesterol yang rendah. Minyak goreng sawit paling banyak digunakan masyarakat karena dari segi harga terjangkau memiliki banyak keunggulan seperti mengandung vitamin A, vitamin D, vitamin E, dan omega 9 (Kemendag, 2016). Kandungan utama minyak goreng yaitu asam lemak jenuh seperti asam palmitat, asam stearat serta asam lemak tak jenuh seperti asam oleat, dan asam linoleat. Kandung asam lemak tersebut menentukan mutu minyak goreng karena asam lemak tersebut menentukan sifat fisik, kimia, dan stabilitas minyak selama penggorengan (Nariko *et al.*, 2012).

Minyak goreng kelapa sawit terdiri dari dua komponen yaitu trigliserida dan non-trigliserida. Trigliserida adalah komponen yang sangat besar, dan non-trigliserida adalah komponen yang sangat kecil. Keduanya sangat berpengaruh pada kualitas minyak. Trigliserida yang berasal dari gliserol dan asam lemak rantai panjang, dapat berbentuk padat atau cair pada temperatur kamar tergantung pada asam lemak penyusunnya.



Gambar 1. Struktur Kimia Trigliserida



Gambar 1 menunjukkan bahwa trigliserida dalam minyak goreng adalah gliserol yang mengikat asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh. Minyak alami mengandung 40% asam oleat (asam lemak tidak jenuh tunggal), 10% asam linoleat (asam lemak tidak jenuh ganda), 44% asam palmitat (asam lemak jenuh), dan 4,5% asam stearat (asam lemak jenuh). Alkil asam lemak adalah simbol R1, R2, dan R3 (Botahala, 2022). Secara umum, asam lemak jenuh dan tidak jenuh dalam trigliserida seimbang. Minyak goreng dibagi menjadi minyak dengan asam lemak jenuh dan minyak dengan asam lemak tak jenuh tunggal atau majemuk. Asam lemak jenuh memiliki ikatan tunggal pada rantai hidrokarbonnya. Minyak ini tidak mudah bereaksi atau berubah menjadi asam lemak jenis lain karena bersifat stabil. Minyak goreng biasanya mengandung asam stearat, asam miristat, asam palmitat, dan asam laurat sebagai asam lemak jenuh. Minyak dengan asam lemak tak jenuh tunggal atau majemuk memiliki rantai hidrokarbon yang terikat dengan dua atom karbon. Semakin banyak jumlah ikatan rangkap maka semakin mudah berubah menjadi asam lemak jenuh. Asam lemak tidak jenuh yang terkandung dalam minyak goreng adalah asam oleat dan asam linolenat. Asam lemak jenuh cenderung banyak pada asam palmitat. Sifat fisik dan kimia minyak goreng digunakan untuk menentukan standar kualitas. Sifat kimia minyak goreng tergantung pada reaksi hidrolisis, oksidasi, hidrogenasi, dan esterifikasi. Sifat fisik minyak dapat dilihat melalui warna, bau, rasa, titik cair dan polimorfisme, kelarutan, titik didih, dan titik asap. Minyak goreng yang baik adalah minyak goreng yang berwarna jernih, tidak berbau, stabil pada cahaya, dan tahan terhadap panas. Standar mutu minyak goreng ditentukan oleh titik asapnya, yang dihitung dengan mengukur suhu minyak yang dipanaskan sampai terbentuk akrolein yang tidak diinginkan atau aldehida tidak jenuh. Semakin tinggi derajat titik asap, semakin baik kualitas minyak goreng. Ini disebabkan oleh fakta bahwa minyak goreng yang telah digunakan telah mengalami reaksi hidrolisis molekul lemak, yang merupakan bagian dari asam lemak yang membentuknya, yaitu golongan asam lemak jenuh atau tidak jenuh (Taufik & Seftiono, 2018)

Proses oksidasi, yang menghasilkan peroksida dan aldehida, adalah penyebab utama kerusakan minyak. Pecah trigliserida menjadi komponen larut yang volatil dan non volatil dalam minyak menunjukkan bahwa kualitas minyak goreng telah menurun. Ini akan mempengaruhi cita rasa dan bau makanan yang digoreng dalam minyak tersebut. Minyak akan dioksidasi selama penggorengan dan menjadi senyawa antara peroksida yang tidak stabil. Selain itu, tingkat air dalam bahan akan menghidrolisis minyak goreng, yang menghasilkan asam lemak bebas. Kualitas minyak goreng dapat diukur bukan hanya dari kandungan asam lemak bebasnya, tetapi juga dari kadar airnya. Hal ini disebabkan oleh fakta bahwa adanya air dalam minyak dapat menyebabkan reaksi hidrolisis yang dapat mengurangi kualitas minyak, dan lebih banyak air dalam minyak berarti kualitasnya lebih rendah. Hidrogenasi, atau penjenuhan ikatan rangkap oleh hidrogen, adalah reaksi penting lainnya. Isomer geometris terbentuk dari rantai asam lemak yang mengandung sedikitnya satu ikatan rangkap. Sebagian besar asam lemak tidak jenuh memiliki isomer cis yang tidak stabil, sementara isomer trans lebih stabil. Bentuk cis mengalami hidrogenasi lebih cepat daripada bentuk trans. Minyak yang mempunyai ikatan rangkap berbentuk cair dan apabila terhidrogenasi pada ikatan rangkapnya berubah wujud dari cair menjadi padat di suhu kamar. Oleh karena itu minyak menjadi susah untuk dituang bila digunakan lagi. Hal ini menurunkan kualitasnya. Kemampuan minyak untuk tidak terurai pada suhu tinggi adalah kualitas

tambahan. Dibandingkan dengan jenis minyak lainnya, minyak kelapa dan sawit memiliki jumlah ikatan jenuh yang paling tinggi. Banyak ikatan rangkap membuat minyak ini lebih tahan terhadap pemanasan dan oksidasi. Kandungan asam lemak bebas, juga dikenal sebagai FFA, dalam minyak adalah salah satu faktor yang menentukan kualitas minyak. Kandungan FFA ditunjukkan dengan angka asam atau jumlah asam (Botahala, 2022).

SNI 7709: 2019 telah ditetapkan oleh Badan Standarisasi Nasional (BSN) untuk menetapkan standar kualitas untuk minyak goreng. Tabel 1 menunjukkan parameter standar untuk mutu kelayakan minyak goreng.

Tabel 1. Standar Mutu Minyak Goreng Sawit (SNI 7709: 2019)

Kriteria Uji	Persyaratan
Bau	Normal
Warna	Kuning sampai jingga
Kadar Air	maks. 0,1 %
Asam lemak bebas	maks. 0,3 %
Bilangan Peroksida	maks. 10 mekO <sub>2</sub> /kg
Minyak Pelikan	negatif
Vitamin A	Min. 45 IU/g
Kadmium (Cd)	maks. 0,10 mg/kg
Timbal (Pb)	maks. 0,10 mg/kg
Timah (Sn)	maks. 40 mg/kg
Merkuri (Hg)	maks. 0,05 mg/kg
Cemaran Arsen (As)	maks. 0,10 mg/kg

Sumber: Standar Nasional Indonesia, 2019.

## II.2 Minyak Jelantah

Minyak jelantah merupakan minyak yang telah digunakan berulang dan dapat dikategorikan sebagai limbah karena dapat mencemari lingkungan serta dapat menimbulkan penyakit apabila dikonsumsi (Alamsyah *et al.*, 2017). Minyak goreng yang dipakai secara berulang akan terjadi perubahan sifat fisik dan kimia pada minyak seperti perubahan warna menjadi kecoklatan bahkan hitam. Selain itu, pemanasan suhu tinggi (160-180°C) yang disertai kontak dengan udara dan air menyebabkan reaksi degradasi berupa proses oksidasi, polimerisasi, hidrolisis dan reaksi logam (Hardianti *et al.*, 2019). Ditinjau dari komposisi kimianya, minyak jelantah mengandung senyawa-senyawa yang bersifat karsinogenik. Senyawa ini terbentuk selama proses penggorengan. Selama penggorengan menghasilkan senyawa akrolein yang dapat menyebabkan tenggorokan gatal. Semakin sering digunakan, kerusakan minyak goreng akan semakin besar. Kerusakan tersebut menimbulkan bau tengik dan rasa tidak enak serta menurunkan nilai gizi pada makanan yang digoreng. Situasi ini sering kali menimbulkan dilema. Masyarakat berorientasi pada nilai ekonomis dari pada nilai kesehatannya (Perwitasari, 2020). Menurut para ahli minyak goreng hanya boleh digunakan dua sampai empat kali menggoreng (Andarwulan, 2006 dalam (Pakpahan *et al.*, 2013)) karena setiap kali dipakai minyak mengalami penurunan mutu.

Karena perubahan sifat fisika-kimia minyak yang disebabkan oleh pemanasan, minyak goreng yang terdegradasi biasanya berwarna cokelat tua. Pemanasan dapat mempercepat hidrolisis trigliserida, meningkatkan kandungan asam lemak bebas (FFA) di dalam minyak. Karena susah untuk memisahkan metil ester dan gliserol, kandungan FFA dan air dalam minyak memengaruhi reaksi transesterifikasi. Jika dibandingkan dengan minyak baru yang belum pernah digunakan sebelumnya, struktur minyak yang telah terdegradasi akan berubah menjadi lebih kental. Ini adalah hasil dari pemanasan minyak yang terdegradasi pada suhu tinggi yang menghasilkan dimer polimer asam dan gliserid. Karena angka penyabunan yang tinggi dan penurunan berat molekul dan jumlah iodin, minyak akan menjadi kental dan buih busa juga akan terbentuk. Hidrolisis minyak dapat terjadi karena adanya pengaruh air dibantu dengan enzim serta panas. Sehingga pengguna minyak goreng yang memanfaatkannya untuk menggoreng diupayakan menggunakan suhu yang sedang dan tidak menggunakan secara berulang sampai pekat. Adanya logam seperti tembaga, besi, kobalt, vanadium, mangan, nikel, dan kromium di dalam minyak dapat mempercepat pembentukan peroksida karena adanya panas, pemanasan pada suasana asam, kelembaban udara, dan katalis. Karakteristik minyak jelantah dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Minyak Jelantah

Kriteria Uji	Hasil Uji
Bau	Tengik
Warna	Kecoklatan
Kadar Air	0,79 % (b/b)
Bilangan Asam	0,94 % mgKOH/g
Bilangan Peroksida	7,89 mekO <sub>2</sub> /kg

Sumber: Suroso, 2013.

### II.3 Pemurnian Minyak Jelantah

Pemurnian minyak jelantah merupakan pemisahan produk reaksi degradasi yang dihasilkan minyak selama penggorengan yang disebabkan oleh suhu, air, dan udara sehingga terjadi oksidasi, hidrolisis, dan polimerisasi. Pemurnian merupakan tahapan pertama dari proses pemanfaatan minyak jelantah yang hasilnya dapat digunakan sebagai bahan baku industri. Menurut Ketaren (1986) dalam Wijayanti *et al.*, (2012), pemurnian minyak jelantah bertujuan untuk menghilangkan rasa dan bau yang tidak enak, warna yang tidak menarik, serta memperpanjang masa simpan minyak sebelum dikonsumsi atau digunakan sebagai bahan baku industri. Produk reaksi degradasi yang terdapat dalam minyak akan menurunkan kualitas bahan pangan yang digoreng dan menimbulkan pengaruh buruk bagi kesehatan. Oleh karena itu pemurnian minyak jelantah merupakan salah satu upaya pemanfaatan minyak jelantah sekaligus menghemat dan tidak membahayakan bila dikonsumsi. Salah satu upaya dalam proses pemurnian minyak jelantah adalah dengan cara adsorpsi. Menurut (Wijayanti *et al.*, 2012), cara adsorpsi terbaik adalah menggunakan arang aktif sebanyak 10% dari bahan minyak jelantah dengan waktu kontak arang aktif selama 1 – 1,5 jam.

Minyak goreng bekas dapat digunakan kembali untuk memasak, jadi pengolahan menjadi minyak goreng murni kembali sangat efektif dan hemat biaya. Tujuan dari pengolahan minyak goreng bekas adalah untuk menghasilkan minyak yang berkualitas tinggi

melalui proses pemurnian. untuk melakukan hal-hal seperti membersihkan lemak dan minyak dari kotoran di dalamnya. Menghilangkan rasa dan bau tidak enak, warna cokelat gelap, dan kemampuan untuk digunakan kembali adalah tujuan utama proses pemurnian (Botahala, 2022). Minyak goreng dapat dimurnikan melalui berbagai proses, seperti:

1. Penghilangan Bumbu (*Despicing*)

Proses pemurnian dimulai dengan proses penghilangan bumbu, yang merupakan proses pengendapan dan pemisahan kotoran yang berasal dari bumbu dan kotoran bahan pangan. Proses pemurnian ini dilakukan dengan menggunakan pemanasan uap dan adsorben.

2. Netralisasi

Pada langkah ini, asam lemak bebas dipisahkan dari minyak melalui reaksinya dengan larutan alkali, yang menghasilkan sabun. Tujuan dari proses ini adalah untuk menetralkan asam lemak bebas, meningkatkan rasa, dan menghilangkan warna gelap pada minyak. Penetralan dapat dilakukan dengan berbagai cara, seperti menambah amonia, alkali, natrium karbonat, atau penguapan.

3. Pemucatan (*Bleaching*)

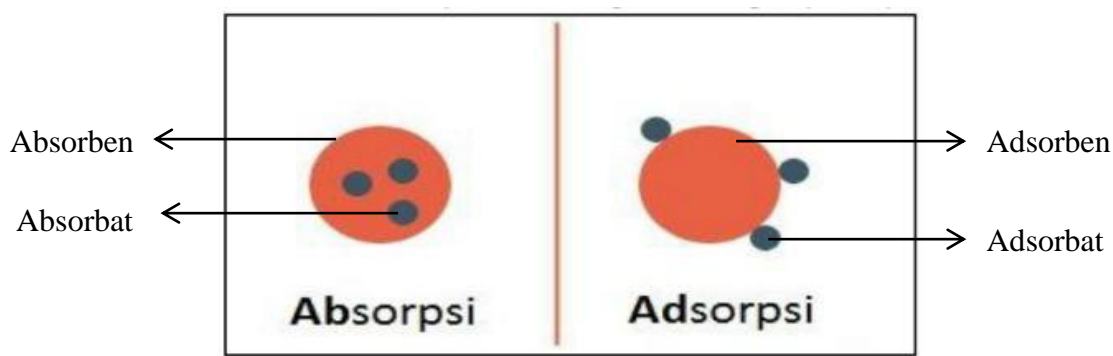
Minyak goreng dengan warna alami dapat berasal dari warna yang dihasilkan oleh aktivitas biologis tanaman penghasil minyak, atau warna yang dihasilkan selama proses mendapatkan minyak dari bahan bakunya. Warna yang tidak diinginkan dikeluarkan dari minyak goreng melalui proses pemucatan, suatu tahap proses pemurnian. Tahap pemucatan dilakukan agar zat warna dan efek degradasi logam dan oksidasi dapat dihilangkan. Prinsip utama teknik adsorpsi memungkinkan zat warna dan produk degradasi minyak seperti peroksida diadsorpsi oleh permukaan adsorben.

4. Penghilangan Bau (*Deodorisasi*)

Tujuan utama proses penghilangan bau adalah untuk menghilangkan zat-zat yang menyebabkan rasa dan bau tidak enak pada minyak. Proses ini biasanya dilakukan dengan menggunakan vakum yang dipanaskan oleh aliran uap panas yang membawa senyawa volatil.

## II.4 Adsorpsi

Adsorpsi pada dasarnya adalah peristiwa penempelan partikel pada permukaan suatu bahan padatan. Materi atau partikel yang menempel atau terakumulasi pada bahan padatan ini disebut adsorbat, dan bahan padatan di mana peristiwa penempelan terjadi disebut adsorben. Dengan demikian, adsorpsi dapat didefinisikan sebagai proses penempelan adsorbat pada permukaan adsorben. Adsorpsi dapat terjadi ketika suatu fluida baik cairan maupun gas yang mengandung partikel terikat secara merata pada suatu padatan dan akhirnya membentuk suatu lapisan tipis, yang juga dikenal sebagai film, pada permukaan padatan tersebut. Adsorpsi adalah bagian dari peristiwa absorpsi. Absorpsi adalah proses di mana suatu partikel terperangkap ke dalam suatu media dan seolah-olah menjadi bagian dari media itu sendiri. Dalam absorpsi, partikel tidak hanya terikat pada permukaan tetapi juga menembus permukaan dan menyebar.



Gambar 2. Prinsip Asorpsi dan Adsorpsi

Berdasarkan kekuatan dalam berinteraksi adsorpsi dapat dibedakan menjadi dua yaitu adsorpsi fisik (fisisorpsi) dan adsorpsi kimia (kemisorpsi). Adsorpsi fisik melibatkan gaya Van der Waals yaitu gaya intermolekuler lebih besar dari gaya tarik antar molekul atau gaya tarik menarik yang lemah antara adsorbat dengan adsorben. Gaya antar molekul adalah gaya tarik antara molekul-molekul fluida dengan permukaan padat, sedangkan gaya intermolekuler adalah gaya tarik antara molekul-molekul fluida itu sendiri. Sementara itu, adsorpsi kimia terjadi karena adanya pertukaran atau pemakaian bersama elektron antara adsorbat dengan adsorben. Proses adsorpsi dipengaruhi oleh banyak faktor, seperti massa adsorben, pH larutan, suhu, waktu kontak, dan ukuran adsorben (Sulistiyawati *et al.*, 2020). Pada metode adsorpsi digunakan istilah adsorbat dan adsorben. Adsorbat merupakan substansi terjerap, sedangkan adsorben merupakan media penyerap berupa senyawa karbon seperti arang aktif. Proses adsorpsi arang aktif, molekul meninggalkan zat penencer pada permukaan zat padat melalui ikatan fisik atau kimia (Syauqiah *et al.*, 2011). Mekanisme yang terjadi pada proses adsorpsi yaitu: (1) Molekul adsorbat dipindahkan ke permukaan penghubung (*interface*) dari fase bagian terbesar larutan, kemudian membentuk lapisan atau film pada permukaan adsorben. (2) molekul adsorbat berpindah ke permukaan luar adsorben. (3) Difusi pori terjadi ketika molekul adsorbat dipindahkan dari permukaan luar adsorben menuju pori-pori adsorben. (4) Molekul adsorbat menempel pada pori-pori adsorben (Botahala, 2022).

## II.5 Arang Aktif

Arang aktif adalah arang yang telah dibuat dan diproses secara khusus melalui proses aktivasi untuk membuka pori-porinya, atau arang yang mengandung 85–95% karbon yang masing-masing berikatan secara kovalen. Besar atau kecilnya pori arang aktif dipengaruhi oleh kehalusan arang aktif. Karena struktur pori berkorelasi dengan luas permukaan, pori-pori arang aktif yang lebih kecil menghasilkan luas permukaan yang lebih besar. Luas permukaan arang aktif dapat mencapai 300-350 cm<sup>2</sup>/gram. Silika (SiO<sub>2</sub>), karbon, kadar air, dan kadar abu membentuk komposisi arang aktif. Kadar silika keras dan tidak mudah larut dalam air, sehingga silika yang digunakan sebagai pembersih memiliki kemampuan untuk membersihkan air yang keruh. Arang aktif banyak digunakan dalam berbagai industri, baik industri maupun kesehatan, karena sangat baik untuk mengadsorpsi zat organik. Bahan baku yang mengandung karbon dari hewan, tumbuh-tumbuhan, dan mineral menjadi arang, proses karbonisasi dilakukan di tempat tertutup dengan kondisi udara yang terbatas. Setelah itu,

arang dioksidasi atau diaktivasi dengan udara, uap air, atau zat kimia tertentu untuk menghilangkan hidrokarbon, yang menghalangi atau mengganggu penyerapan zat organik.

Menurut Botahala, (2022) pembuatan arang aktif melalui beberapa tahap yaitu sebagai berikut.

#### 1. Dehidrasi

Proses dehidrasi terjadi pada suhu antara 27 °C dan 170 °C, dan bertujuan untuk menguapkan seluruh kadar air pada bahan baku. Ini dapat terjadi ketika bahan baku masih berbetuk atau setelah menjadi serbuk atau granula arang aktif. Setelah tahap konsolidasi struktur, yang terjadi pada suhu antara 170 °C dan 847 °C, bahan yang mudah menguap dihilangkan, yang mengakibatkan penurunan berat yang signifikan dan untuhnya pembentukan struktur dasar.

#### 2. Karbonisasi

Karbonisasi, juga dikenal sebagai pengarangan, adalah suatu proses pemanasan bahan organik dengan jumlah oksigen yang sangat terbatas pada suhu tertentu (biasanya di bawah 850 °C), yang mengakibatkan penguraian senyawa organik yang membentuk struktur bahan. Setelah karbonisasi, material padat yang tinggal adalah karbon dalam bentuk arang. Pada suhu pembakaran di atas 170 °C, pembakaran menghasilkan CO dan CO<sub>2</sub>, dan pada suhu 275 °C, dekomposisi menghasilkan metanol. Pembentukan karbon baru terjadi pada suhu antara 400 dan 600 °C. Selama tahap ini, bahan-bahan non-karbon, hidrogen, dan oksigen menguap dalam bentuk gas, yang mengakibatkan penurunan massa arang, yang menghasilkan pembentukan struktur dasar karbon.

#### 3. Aktivasi Arang

Setelah tahap karbonisasi, arang berkarbon dihasilkan, tetapi karena permukaannya tertutup dengan senyawa hidrokarbon, ia masih memiliki daya serap yang lemah. Oleh karena itu, arang perlu diaktivasi untuk memperbaiki struktur porinya. Aktivasi dapat dilakukan secara fisik atau secara kimiawi. Aktivasi fisik adalah proses pemutusan rantai karbon dari senyawa organik melalui pemanasan dengan suhu antara 800 °C dan 1000 °C. Aktivasi fisik biasanya menggunakan oksidator lemah seperti oksigen, uap air, gas, dan nitrogen. Gas-gas ini memperluas permukaan arang, menghilangkan materi yang mudah menguap, dan menghanguskan hidrokarbon pengotor. Aktivasi kimia melibatkan perendaman arang dalam larutan senyawa kimia untuk memotong rantai karbon dari senyawa organik. Bahan-bahan pengaktif seperti kalsium klorida, hidrogen klorida, natrium hidroksida natrium klorida, asam sulfat, dan asam fosfat adalah contoh bahan kimia yang digunakan dalam proses aktivasi kimia.

Kualitas arang aktif dipengaruhi oleh jenis bahan baku. Bahan baku yang keras menghasilkan daya adsorpsi yang lebih besar daripada bahan baku yang lunak. Kualitas arang aktif dapat dinilai dengan berbagai metode pengujian, termasuk pengujian terhadap kadar air, kadar abu. Tabel berikut menunjukkan kualitas arang aktif berdasarkan SNI 06-3730-1995.

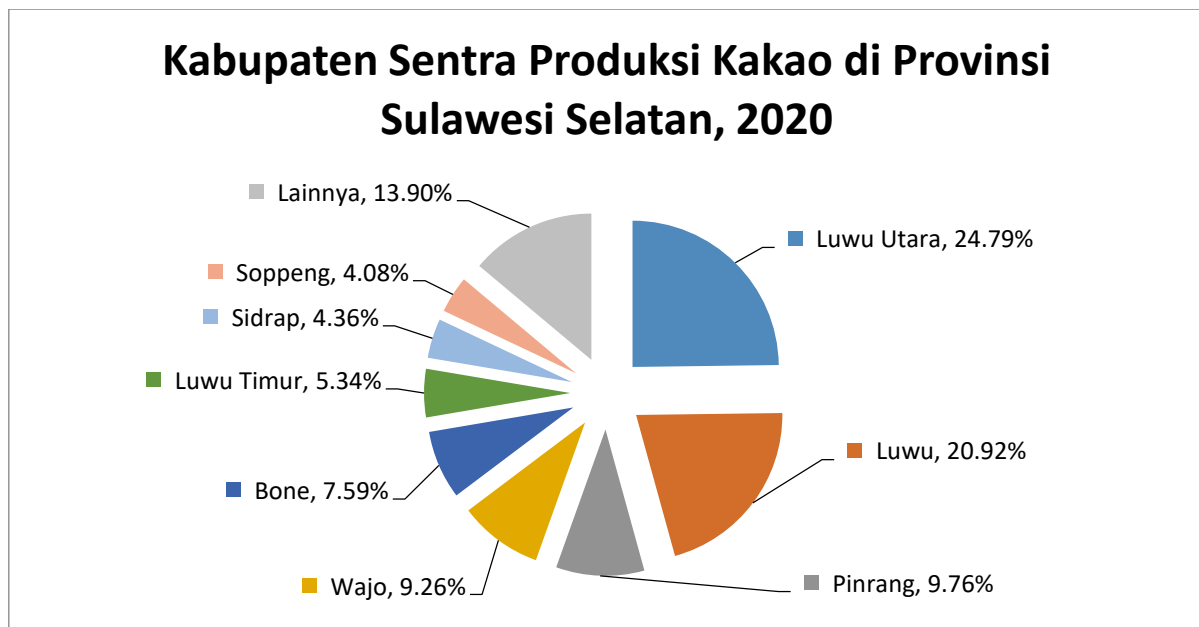
Tabel 3. Syarat Mutu Arang Aktif (SNI 06-3730-1995)

Jenis Persyaratan	Parameter
Kadar air	Maks. 15%
Kadar abu	Maks. 10%
Kadar zat menguap	Maks. 25%
Kadar karbon terikat	Min. 65%
Daya serap iod	Min. 750 mg/g
Daya serap benzena	Min. 25%

Sumber: (Ramadhani *et al.*, 2020).

## II.6 Kulit Buah Kakao

Sebagian besar buah kakao terdiri dari 75% kulit buah, 3% plasenta, 22% biji. Akibatnya, semakin tinggi produksi biji kakao maka semakin banyak kulit buah kakao. Kulit buah kakao merupakan kulit terluar yang menyelubungi biji kakao yang bertekstur kasar, tebal, dan agak keras. Kulit buah kakao merupakan limbah utama dari perkebunan kakao yang belum dimanfaatkan secara optimal, hanya sebagian kecil saja yang dimanfaatkan. Selebihnya limbah kulit buah kakao tersebut dibiarkan dan menjadi sumber penyebaran hama penyakit tanaman dan mencemari lingkungan. Kulit buah kakao merupakan limbah lignoselulosa yang mengandung komponen utama berupa lignin 51,98%, hemiselulosa 21,06%, dan selulosa 20,15%. Dengan kandungan kimia tersebut, kulit buah kakao memiliki potensi untuk dijadikan arang aktif (Wijaya. M & Wiharto, 2017). Produksi Kakao provinsi Sulawesi Selatan disajikan pada diagram berikut (Kementan, 2022)



Gambar 3. Produksi Kakao Provinsi Sulawesi Selatan