

**KARBON AKTIF :**

Perpanjangan Masa Pakai  
**MINYAK GORENG**



Wara Dyah Pita Rengga

**KARBON AKTIF:**  
**Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng**

## UU No 28 tahun 2014 tentang Hak Cipta

### **Fungsi dan sifat hak cipta Pasal 4**

Hak Cipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 3 huruf a merupakan hak eksklusif yang terdiri atas hak moral dan hak ekonomi.

### **Pembatasan Pelindungan Pasal 26**

Ketentuan sebagaimana dimaksud dalam Pasal 23, Pasal 24, dan Pasal 25 tidak berlaku terhadap:

- i. Penggunaan kutipan singkat Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait untuk pelaporan peristiwa aktual yang ditujukan hanya untuk keperluan penyediaan informasi aktual;
- ii. Penggandaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk kepentingan penelitian ilmu pengetahuan;
- iii. Penggunaan Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait hanya untuk keperluan pengajaran, kecuali pertunjukan dan Fonogram yang telah dilakukan Pengumuman sebagai bahan ajar; dan
- iv. Penggunaan untuk kepentingan pendidikan dan pengembangan ilmu pengetahuan yang memungkinkan suatu Ciptaan dan/atau produk Hak Terkait dapat digunakan tanpa izin Pelaku Pertunjukan, Produser Fonogram, atau Lembaga Penyiaran.

### **Sanksi Pelanggaran Pasal 113**

1. Setiap Orang yang dengan tanpa hak melakukan pelanggaran hak ekonomi sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf i untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 1 (satu) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp100.000.000 (seratus juta rupiah).
2. Setiap Orang yang dengan tanpa hak dan/atau tanpa izin Pencipta atau pemegang Hak Cipta melakukan pelanggaran hak ekonomi Pencipta sebagaimana dimaksud dalam Pasal 9 ayat (1) huruf c, huruf d, huruf f, dan/atau huruf h untuk Penggunaan Secara Komersial dipidana dengan pidana penjara paling lama 3 (tiga) tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp500.000.000,00 (lima ratus juta rupiah).

Wara Dyah Pita Rengga

**KARBON AKTIF:  
Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng**



**KARBON AKTIF:  
PERPANJANGAN MASA PAKAI MINYAK GORENG**

**Wara Dyah Pita Rengga**

Desain Cover :  
**Rulie Gunadi**

Sumber :  
Wara Dyah Pita Rengga

Tata Letak :  
**Amira Dzatin Nabila**

Proofreader :  
**Avinda Yuda Wati**

Ukuran :  
**xii, 138 hlm, Uk: 15.5x23 cm**

ISBN :  
**978-623-02-1837-8**

Cetakan Pertama :  
**November 2020**

Hak Cipta 2020, Pada Penulis

---

Isi diluar tanggung jawab percetakan

---

**Copyright © 2020 by Deepublish Publisher**  
All Right Reserved

Hak cipta dilindungi undang-undang  
Dilarang keras menerjemahkan, memfotokopi, atau  
memperbanyak sebagian atau seluruh isi buku ini  
tanpa izin tertulis dari Penerbit.

**PENERBIT DEEPUBLISH**  
**(Grup Penerbitan CV BUDI UTAMA)**  
Anggota IKAPI (076/DIY/2012)

Jl.Rajawali, G. Elang 6, No 3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman  
Jl.Kaliurang Km.9,3 – Yogyakarta 55581  
Telp/Faks: (0274) 4533427  
Website: [www.deepublish.co.id](http://www.deepublish.co.id)  
[www.penerbitdeepublish.com](http://www.penerbitdeepublish.com)  
E-mail: [cs@deepublish.co.id](mailto:cs@deepublish.co.id)

## **KATA PENGANTAR**

Segala puji dan syukur kami ucapkan ke hadirat Allah Swt. yang telah memberi karunia, rahmat dan petunjuk untuk menyelesaikan buku yang berjudul *Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng*. Buku ini dapat digunakan bagi mahasiswa Kimia, Teknik Kimia, Teknologi Pangan dan Material, di antaranya mata kuliah Kimia Organik, Bahan Alam Terbarukan Indonesia, dan Teknologi Pangan. Buku ini bermanfaat untuk mencari tahu bagaimana cara mengelola minyak goreng bebas dengan memberdayakan sumber limbah biomassa. Kulit pisang maupun kulit buah ataupun ampas mempunyai keunggulan tertentu sampai pada pemanfaatannya. Hal ini digunakan untuk menambah wawasan masyarakat dan pembaca tentang pentingnya mengelola minyak goreng di dalam rumah ataupun industri kecil yang menggunakan minyak goreng untuk menggoreng. Topik ini mendorong penelitian pengembangan rekayasa bahan alam yang tersedia/baru setelah digunakan dan dimurnikan kembali daripada dibuang. Buku ini memuat bagaimana sifat dari minyak goreng, senyawa yang berbahaya dari minyak goreng. Selanjutnya bahan baku untuk Karbon aktif, pembuatannya dan cara mengolah melalui proses adsorpsi dan menentukan kemampuannya untuk menyerap asam lemak bebas dari minyak goreng. Masyarakat Indonesia juga dapat memanfaatkan buku ini untuk menambah pengetahuan tentang pemanfaatan limbah biomassa untuk memurnikan minyak jelantah dalam skala kecil di dapur ataupun UMKM pengguna minyak goreng. Akhir kata dengan segala kerendahan hati penulis, bila ada kritik dan saran dari pembaca akan kami terima dengan senang hati. Tak lupa penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan baik berupa moril maupun materiel agar terwujudnya buku ini.

***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Semoga apa yang telah kami terima dari semua pihak, mudah-mudahan mendapat imbalan dari Allah Swt. dan menjadi amal baik bagi kita semua, aamiin.

Semarang, 31 Agustus 2020

Penulis

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR.....	x
<b>BAB I MINYAK GORENG.....</b>	<b>1</b>
1.1. Apa itu Minyak Goreng.....	1
1.2. Asal Usul Minyak Goreng.....	2
1.3. Fungsi dari Minyak Goreng.....	7
1.4. Pembuatan Minyak Goreng .....	8
1.5. Jenis-Jenis Minyak Goreng .....	10
1.6. Klasifikasi Minyak Goreng.....	16
1.7. Sifat Fisik dan Kimia Minyak Goreng.....	18
1.8. Cara Menggunakan Minyak Goreng yang.....	30
1.9. Penyimpanan Minyak Goreng yang Baik.....	38
<b>BAB II STANDAR MUTU MINYAK GORENG.....</b>	<b>43</b>
2.1. Standar Mutu Minyak Goreng .....	43
2.2. Struktur Lemak dan Minyak .....	45
2.3. Faktor Penentu Kualitas Minyak.....	48
2.4. Pengujian Kualitas Minyak Goreng.....	49
2.5. Keunggulan Minyak Goreng .....	73
<b>BAB III KERUSAKAN PADA MINYAK GORENG .....</b>	<b>76</b>
3.1. Degradasi Minyak Goreng .....	78
3.2. Perubahan Karakteristik Minyak Goreng Jelantah .....	80
3.3. Komposisi Minyak Goreng Bekas .....	82



*Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng*

3.4.	Kualitas Minyak Bekas .....	90
3.5.	Pengolahan Minyak Goreng Bekas.....	93
<b>BAB IV</b>	<b>BIOMASSA KARBON AKTIF SEBAGAI ADSORBEN</b>	
	<b>MINYAK JELANTAH.....</b>	<b>98</b>
4.1.	Perlu Memurnikan Minyak Jelantah .....	98
4.2.	Penurunan Bilangan Asam pada Minyak Jelantah.....	99
4.3.	Karbon Aktif Tempurung Kelapa.....	100
4.4.	Karbon Aktif Ampas Nanas, Ampas Tebu Sabut Kelapa .....	105
4.5.	Karbon Aktif Kulit Pisang .....	108
<b>BAB V</b>	<b>KESETIMBANGAN KIMIA UNTUK MENGADSORPSI</b>	
	<b>MINYAK JELANTAH.....</b>	<b>113</b>
DAFTAR PUSTAKA .....		130
GLOSARIUM .....		133
INDEKS .....		136

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1	Kandungan Asam Lemak pada Minyak Goreng .....	18
Tabel 1.2	Senyawa yang Terbentuk Selama Proses Menggoreng Pada Minyak.....	20
Tabel 2.1	Titik Leleh Berbagai Asam Lemak Jenuh.....	46
Tabel 2.2	Titik Leleh Berbagai Asam Lemak Tak Jenuh .....	46
Tabel 2.3	Standar Mutu Minyak Goreng .....	47
Tabel 2.4	Suhu Oven untuk Pengujian Kandungan Asam Linolenat.....	57
Tabel 2.5	Hubungan antara Berat Sampel dan Volume NaOH dan BF <sub>3</sub> .....	58
Tabel 3.1	Mutu Minyak Goreng Bekas/Minyak Terdegradasi.....	83
Tabel 4.1	Komposisi Kimia Tempurung Kelapa.....	101
Tabel 4.2	Karakteristik Arang Tempurung Kelapa .....	102
Tabel 4.3	Bentuk Karbon Aktif.....	103
Tabel 4.4	Komposisi Kimia Kulit Pisang Per 100g.....	109
Tabel 4.5	Karakteristik Jelantah yang Digunakan .....	111
Tabel 5.1	Konsentrasi Asam Lemak Bebas Sebelum Adsorpsi .....	124
Tabel 5.2	Konsentrasi Asam Lemak Bebas Setelah Adsorpsi .....	125
Tabel 5.3	Perbandingan Model Isoterm Karbon Aktif 650 °C.....	126
Tabel 5.4	Parameter Termodinamika Adsorpsi dengan Karbon Aktif 700°C .....	129

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1	Minyak Goreng sebagai Media Menggoreng.....	1
Gambar 1.2	Kebun Tanaman Kelapa Sawit .....	3
Gambar 1.3	Kepala dan Minyak Kelapa .....	11
Gambar 1.4	Buah Kelapa Sawit dan Minyaknya .....	12
Gambar 1.5	Bagian dari Kelapa Sawit untuk CPO dan PKO .....	12
Gambar 1.6	Kedelai dan Minyaknya .....	13
Gambar 1.7	Jagung dan Minyaknya.....	15
Gambar 1.8	Bagian Jagung dengan Germ yang Kaya akan Minyak.....	15
Gambar 1.9	Struktur Kimia Trigliserida.....	17
Gambar 1.10	Formasi diasilgliserol dan asam lemak.....	22
Gambar 1.11	Inisiasi, Propagasi, dan Penghentian Oksidasi Termal Minyak.....	25
Gambar 1.12	Pembentukan Polimer Asiklik dari Asam Oleat Selama Penggorengan dalam Minyak.....	27
Gambar 1.13	Pembentukan Polimer Linkage Eter atau Peroksida dalam Minyak Selama Penggorengan dalam Lemak.....	28
Gambar 1.14	Struktur Makanan Menggunakan Metode <i>Deep Frying</i> .....	32
Gambar 1.15	Perubahan Fisika dan Kimia Minyak saat Menggoreng Menggunakan Sistem <i>Deep Frying</i> .....	33
Gambar 1.16	Skema Proses Metode <i>Sauté Frying/ Stir Frying</i> .....	34

## ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Gambar 1.17 Diagram Alir Metode <i>Vacuum Frying</i> .....	36
Gambar 1.18 Tutup Botol Minyak Goreng.....	39
Gambar 1.19 Botol Minyak Goreng Berwarna Gelap .....	39
Gambar 1.20 Tempat Penyimpanan Berjenis Plastik HDPE .....	41
Gambar 3.1 Proses Ketengikan Minyak Saat Penggorengan .....	80
Gambar 3.2 Reaksi Pembentukan Tengik oleh Oksidasi.....	85
Gambar 3.3 Reaksi Pembentukan <i>Rasa</i> Tengik oleh Enzim .....	86
Gambar 3.4 Reaksi Pembentukan Tengik oleh Proses Hidrolisis .....	87
Gambar 3.5 Reaksi Pembentukan Kromogen MDA-TBA .....	91
Gambar 3.6 Diagram Alir <i>Despicing</i> Minyak Goreng Bekas .....	93
Gambar 3.7 Mekanisme Reaksi Netralisasi.....	94
Gambar 3.8 Diagram Alir Netralisasi Minyak Goreng Bekas .....	95
Gambar 3.9 Diagram Alir <i>Bleaching</i> Minyak Goreng Bekas.....	96
Gambar 3.10 Minyak Goreng (a) Sebelum dan (b) Sesudah Penghilangan Bau.....	97
Gambar 4.1 Tempurung Kelapa .....	101
Gambar 4.2 Skema Uji Adsorpsi Arang Aktif Tempurung Kelapa .....	105
Gambar 4.3 (a) Ampas Nanas (b) Ampas Tebu dan (c) Serabut Kelapa Sebagai Bioadsorben Minyak Jelantah .....	106
Gambar 4.4 Ampas Tebu Menurunkan Angka FFA pada Ukuran Partikel dan Variasi Waktu Perendaman .....	108
Gambar 4.5 Kulit Pisang dari Buah Pisang Kepok.....	109
Gambar 4.6 Pengaruh Waktu Adsorpsi dan Ukuran Partikel Terhadap Penurunan Asam Lemak Bebas .....	111

***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Gambar 4.7	Pengaruh Waktu Adsorpsi dan Ukuran Partikel terhadap angka penyabunan.....	112
Gambar 5.1	Lima Klasifikasi Isoterm .....	116
Gambar 5.2	Penjelasan Penentuan Intersep dan <i>Slope</i> pada Model Freundlich.....	124
Gambar 5.3	Adsorpsi Isoterm Langmuir pada Suhu 30°C dan 45°C.....	126
Gambar 5.4	Adsorpsi Isoterm Freundlich pada Suhu 30°C & 45°C .	126
Gambar 5.5	Hasil $q_e$ pada Awal Adsorpsi, Desorpsi 1 ( $q_{e1}$ ), dan Desorpsi 2 ( $q_{e2}$ ) pada Karbon Aktif 650°C.....	128
Gambar 5.6	Hasil $Q_e$ pada Awal Adsorpsi, Desorpsi 1 ( $q_{e1}$ ), dan Desorpsi 2 ( $q_{e2}$ ) pada Karbon Aktif 700°C.....	128

# BAB I

## MINYAK GORENG

### 1.1. Apa itu Minyak Goreng

Dapur sangatlah penting keperluan memenuhi kebutuhan makan untuk penghuni rumah. Menggoreng merupakan salah satu proses pengolahan bahan pangan yang sangat digemari oleh seluruh lapisan masyarakat baik rumah tangga, pedagang makanan maupun industri. Masyarakat biasanya mengolah bahan pangan menggunakan minyak goreng (Gambar 1.1). Hal ini disebabkan adanya anggapan masyarakat awam bahwa makanan yang digoreng akan terasa lebih gurih, nikmat, dan mampu memenuhi beberapa fungsi gizi. Walaupun masyarakat belum memahami kekurangan minyak goreng jika sudah dipakai beberapa kali.



**Gambar 1.1 Minyak Goreng sebagai Media Menggoreng**

Setiap produsen minyak goreng mempromosikan bahwa produknya adalah produk yang terbaik dan menyehatkan, misalnya

## ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

mengandung omega 3 dan 9, vitamin A, D dan E, melalui dua kali penyaringan dan tidak mengandung kolesterol. Minyak merupakan sumber energi yang padat (9 kal/g) dan dapat membantu meningkatkan densitas kalori pada makanan. Minyak goreng adalah minyak yang telah mengalami proses pemurnian yang meliputi *degumming*, netralisasi, pemucatan, dan deodorisasi.

Penggunaan minyak goreng untuk memasak sehari-hari sudah melekat di masyarakat karena makanan yang digoreng memiliki rasa yang lebih lezat, gurih, warna (cokelat), dan nilai gizi dibandingkan dengan makanan yang direbus, dikukus, atau dipanggang. Hal ini membuat sebagian besar masyarakat khususnya ibu rumah tangga dan penjual makanan sangat tergantung dengan minyak goreng. Pada tahun 2018, yang diperoleh dari web [bps.go.id](http://bps.go.id) menyatakan bahwa konsumsi minyak goreng per kapita penduduk Indonesia sebesar 0,227 L/kapita/minggu.

### **1.2. Asal Usul Minyak Goreng**

Di Indonesia, minyak goreng yang paling sering digunakan oleh masyarakat yaitu minyak goreng kelapa sawit. minyak kelapa sawit mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan minyak goreng lain, antara lain mengandung karoten yang diketahui berfungsi sebagai anti kanker dan tokoferol sebagai sumber vitamin E. Selain itu, minyak sawit dapat dikatakan sebagai minyak goreng non-kolesterol (kadar kolesterolnya rendah).

Kelapa sawit mengandung 80% perikarp dan 20% kulit tipis. Kandungan minyak dalam perikarp 30–40%. Buah kelapa sawit akan diolah untuk dapat memisahkan antara daging dan bagian bijinya. Selanjutnya bagian buah akan diproses untuk kemudian dijadikan minyak atau yang dikenal dengan nama *Crude Palm Oil* (CPO) sementara bagian bijinya dapat diolah menjadi PKO atau yang dikenal dengan *Palm Kernel Oil* (PKO) atau minyak inti sawit.

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

CPO banyak dimanfaatkan daripada minyak inti sawit (PKO). Minyak kelapa sawit mentah (CPO) berwarna oranye-merah dan biasanya diputihkan terlebih dahulu sebelum disaponifikasi sehingga warna yang dihasilkan minyak goreng kelapa sawit menjadi kekuningan.

Minyak kelapa sawit mempunyai sifat yang menguntungkan untuk dijadikan minyak goreng dengan mutu yang baik. Melalui proses rafinasi dan fraksinasi dapat dihasilkan minyak yang tidak berwarna, jernih dan bebas dari kotoran.



**Gambar 1.2 Kebun Tanaman Kelapa Sawit**

Minyak kelapa sawit merupakan bahan dasar pembuatan berbagai produk toiletries, makanan, kosmetik, farmasi, dan bahan bakar nabati. Industri hilir memberikan keuntungan lebih besar bagi suatu negara karena memberikan nilai tambah produk dan membuka lapangan pekerjaan. Seperti pengolahan CPO menjadi minyak goreng memberikan nilai tambah 50%, asam lemak 100, ester 150-200, biodiesel 66%, surfaktan 300-400% dan kosmetik 600-1000% (Dunia Industri, n.d.). Sebanyak 17 industri pengolahan perkebunan, minyak goreng memiliki nilai tambah bruto tertinggi senilai 374,6M rupiah

Produksi industri minyak kelapa sawit dunia dan Indonesia mengalami peningkatan. Industri minyak goreng kelapa sawit di



### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Indonesia terbagi menjadi dua, yaitu minyak goreng curah dan minyak goreng bermerek. Minyak goreng curah adalah minyak goreng yang dijual ke pasar tanpa menggunakan merek dan label produk, biasanya ditempatkan di jerigen besar atau drum, kemudian dijual literan kepada konsumen. Sedangkan minyak goreng bermerek adalah minyak goreng yang ditawarkan ke pasar dengan menggunakan kemasan khusus (baik botol, jerigen, atau plastik) yang mempunyai merek perusahaan produsen serta label mengenai segala sesuatu tentang produk.

Manfaat Kelapa Sawit umumnya digunakan sebagai minyak goreng. Seperti yang terdapat di Afrika, Asia Tenggara, dan negara-negara tertentu di Amerika Selatan. Selanjutnya minyak kelapa sawit juga digunakan untuk memproduksi bahan bakar bio untuk kendaraan bermotor dan pesawat. Di samping itu, ada sejumlah manfaat kesehatan lainnya yang dihasilkan oleh minyak kelapa sawit. Berikut ini adalah beberapa penjelasan mengenai manfaat kelapa sawit baik di kebutuhan sehari-hari ataupun digunakan di dalam industri yang menjadi manfaat praktis Kelapa Sawit yaitu

#### **Media menggoreng: minyak goreng**

Manfaat kelapa sawit yang pertama adalah sebagai bahan baku pembuatan (*food oil*) minyak makan atau minyak goreng. Tentunya kita sangat mengetahui manfaat dari minyak goreng itu sendiri, bisa jadi saat Anda membaca informasi tentang manfaat kelapa sawit ini Anda sedang makan goreng pisang atau produk makanan gorengan lainnya.

#### **Bahan bakar: campuran solar, biodiesel, Bioavtur**

Disel merupakan salah satu jenis mesin yang memiliki keunggulan, terutama untuk kendaraan dan alat berat, yang membutuhkan tenaga dalam jumlah yang lebih dan besar dan juga sebagai bahan bakar kendaraan alat pendistribusian komoditas antar desa dan daerah. Selain

## ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

itu, disel juga sering dimanfaatkan sebagai bahan bakar pembangkit listrik. Bahan bakar utama dari disel dapat diperoleh dengan menggunakan campuran dari minyak kelapa sawit, yang dinilai ramah lingkungan, dibandingkan bahan bakar disel/solar biasa.

Manfaat yang tidak kalah penting lagi adalah sebagai bahan baku pembuatan biodiesel atau bahan bakar diesel yang dapat diperbaharui. Proses pembuatan biodiesel yang membutuhkan teknologi tertentu dengan proses esterifikasi.

Selain manfaat sebagai bahan baku biodiesel minyak kelapa sawit juga bermanfaat sebagai bahan baku bioavtur. Bioavtur merupakan bahan bakar pesawat yang berasal dari nabati dengan menggunakan teknologi tertentu dan pengolahan dan teknologi lanjutan dari pembuatan bahan baku biodiesel.

### **Berfungsi sebagai oli dan pelumas**

Minyak kelapa sawit yang merupakan salah satu hasil olahan dari kelapa sawit juga dapat dimanfaatkan sebagai oli dan pelumas. Kebanyakan, oli dan pelumas dari minyak kelapa sawit ini dimanfaatkan untuk melumasi bagian luar dari mesin dan juga perangkat lainnya. Bahkan ada jenis mesin dua tak, menggunakan minyak goreng kelapa sawit sebagai bahan campuran pada oli sampingnya.

### **Bahan pembuatan mentega**

Produk yang satu ini adalah mentega yang merupakan bahan untuk bahan penyedap masakan baik itu bahan penyedap untuk menumis sampai membuat kue. Salah satu bahan utama dari pengolahan dan pembuatan margarin itu adalah minyak kelapa sawit

### **Bahan pembuatan pomade**

Baru-baru ini pomade merupakan salah satu bahan kosmetik rambut yang banyak digunakan baik itu kalangan wanita maupun pria.

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Pomade saat ini banyak digunakan karena sesuai dengan gaya rambut. Namun pomade ternyata dibuat dari bahan dasar minyak kelapa sawit.

#### **Bahan baku pembuatan cat**

Minyak kelapa sawit juga dapat dibuat menjadi salah satu bahan baku dalam pembuatan cat atau pewarnaan tembok, mobil, vernis dan juga senyawa yang sering digunakan untuk melakukan proses pemolesan atau pengecatan pada permukaan badan luar mobil.

#### **Bahan pembuatan losion dan krim kulit**

Selain pomade, beberapa macam losion dan juga krim yang biasa digunakan pada kulit juga banyak yang terbuat dari minyak kelapa sawit sebagai bahan bakunya. Minyak kelapa sawit diformulasikan dengan memanfaatkan berbagai macam bahan berupa serum dan juga vitamin yang baik untuk kesehatan kulit.

#### **Membantu mengurangi rasa luka bakar**

Manfaat lain dari minyak sawit adalah sebagai bahan campuran pendingin saat kulit mengalami luka bakar. Mendinginkan luka bakar dengan menggunakan putih telur dan juga minyak kelapa sawit yang dingin dapat mengurangi rasa dan efek luka bakar.

#### **Sebagai penetral rasa pedas di mulut**

Berbagai macam gorengan, memiliki kemampuan yang baik untuk menetralkan rasa pedas. Oleh karena ini kandungan dari minyak kelapa sawit dapat menetralkan rasa pedas.

#### **Bahan baku pembuatan pembersih atau pasta gigi**

Manfaat lainnya dari minyak kelapa sawit adalah dapat menjadi salah satu bahan baku pembuatan pembersih atau pasta gigi.

## ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

### **Sebagai *dempoel***

Minyak kelapa sawit juga merupakan salah satu bahan baku dalam pembuatan *dempoel*. *Dempoel* merupakan bahan yang bentuk pasta dan berfungsi untuk perbaikan-perbaikan pada patahan tertentu pada bagian luar/permukaan dari besi dan plastik.

### **Bahan penunjang proses penyamakan kulit**

Minyak kelapa sawit memiliki manfaat lain, yaitu dapat membantu proses penyamakan kulit binatang. Biasanya kulit binatang, seperti sapi dan kambing mengalami proses penyamakan terlebih dulu, sebelum diolah menjadi kulit untuk bahan pembuatan tas dan dompet untuk menjadi lebih mengilat/licin.

### **Bahan penunjang sebagai cairan pelapis di industri baja**

Dalam industri baja, minyak kelapa sawit digunakan untuk memberikan lapisan pada baja dan besi agar menjadi lebih tahan terhadap karat dan korosi.

### **1.3. Fungsi dari Minyak Goreng**

Kegunaan utama dari Minyak Goreng adalah sebagai medium penghantar panas saat menggoreng bahan pangan. Minyak Goreng membantu Kita mengubah masakan dari yang mentah menjadi makanan dengan tekstur yang lebih keras atau renyah. Selain mengubah makanan secara pasti dan mampu meningkatkan nilai gizi, Dengan kandungan kadar karotein yang tinggi, minyak sawit merupakan sumber provitamin A yang murah dibanding dengan bahan baku lainnya. Minyak Goreng juga bisa digunakan dalam kadar yang lebih sedikit untuk proses menumis bumbu masakan.

Sebagian orang bisa menggunakan Minyak Goreng sebagai keperluan lainnya seperti mencampurkan dengan bahan kecantikan untuk menciptakan masker atau sejenisnya. Beberapa ada juga yang

## ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

menggunakan Minyak Goreng untuk bahan pelengkap makanan bukan sebagai bahan dalam proses pembuatannya.

### **1.4. Pembuatan Minyak Goreng**

Minyak sawit mengandung asam lemak jenuh dan asam lemak tidak jenuh yang ikatan molekulnya mudah dipisahkan dengan alkali, sehingga mudah dibentuk menjadi produk untuk berbagai keperluan, seperti untuk pelumas mesin dalam berbagai proses industri. Dengan kandungan kadar karoten yang tinggi, minyak sawit merupakan sumber provitamin A yang murah dibanding dengan bahan baku lainnya. Minyak sawit paling banyak digunakan sebagai bahan baku industri pangan yang meliputi sekitar 12 macam bahan dari kelapa sawit, seperti karoten, tokoferol, asam lemak, olein, mentega, sabun, dan sebagainya.

Minyak sawit dihasilkan dari proses ekstraksi bagian kulit atau sabut buah tersebut disebut minyak mentah atau dikenal dengan *Crude Palm Oil* (CPO) dan dari bagian biji buah disebut *Palm Kernel Oil* (PKO). Kedua jenis minyak mentah tersebut masih mengandung bahan ikutan seperti asam lemak bebas, fosfat, pigmen, bau, air dan sebagainya. Biasanya proses ekstraksi minyak kelapa sawit ini dilanjutkan dengan proses *bleaching* (pemutihan) dan *deodorizing* (penghilang bau) agar minyak tersebut menjadi jernih, bening dan tak berbau atau biasa disebut *refined, bleached and deodorized* (RBD) stearin dan olein.

Pada dasarnya proses produksi dari bahan baku CPO menjadi minyak goreng melalui 2 (dua) tahap yakni proses rafinasi dan fraksinasi, di mana antara keduanya merupakan satu kesatuan proses untuk menghasilkan minyak goreng yang berkualitas. Rafinasi (*refining*) atau proses pemurnian adalah proses untuk menghilangkan zat-zat yang tidak dikehendaki yang ada dalam CPO, sehingga minyak bebas dari bau, FFA (rendah), dan residu lainnya.

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Proses pemurnian secara basah dapat digolongkan menjadi 4 kelompok proses yaitu proses pemurnian yang menggunakan alkali, pemutihan (*bleaching*), penghilang bau (*deodorizing*) dan penguapan. Pemurnian dengan alkali mempunyai tujuan untuk menghilangkan atau menetralisasi fosfat dengan cara memberi soda api. Pemutihan (*bleaching*) adalah proses untuk menghilangkan bahan-bahan warna yang terlarut dalam minyak. *Deodorizing* (penghilang bau) adalah proses terakhir dari proses pemurnian minyak yang mempunyai tujuan untuk menghilangkan bau yang keras maupun bau yang tidak normal.

Proses pemurnian secara kering adalah proses pemurnian dengan cara penguapan, yaitu pertama dilakukan netralisasi menggunakan alkali seperti soda api dan kemudian diikuti dengan penguapan dengan menggunakan uap panas untuk menghilangkan bau.

Fraksinasi adalah proses pemisahan antara fraksi-fraksi yang ada dalam minyak goreng. Seperti diketahui bahwa minyak nabati memiliki karakteristik terdiri dari bermacam-macam trigliserida, di mana trigliserida ini tersusun dari asam-asam lemak dengan komponen karbon yang berbeda satu sama lain dan berbeda pula titik didihnya.

Adapun proses produksi minyak goreng sendiri dapat dibedakan menjadi 2 cara, yaitu proses produksi cara kering dan cara basah. Sebagian besar pabrik minyak goreng di Indonesia menggunakan cara kering yaitu dengan pemanasan atau proses non kimia. Melalui proses ini CPO dirafinasi untuk menjernihkan dan menghilangkan bau. Dari proses ini didapatkan FFA (4-5%) dan RBDPO (94%), sedangkan 1-2 persen lainnya tidak dapat diketahui.

Di samping cara kering di atas, terdapat juga cara basah, di mana dalam proses ini minyak sawit ditambah suatu campuran pembasah yang terdiri dari 30%  $MgSO_4$  dan 4,4%  $Na(NH_4)SO_4$ . Dengan proses ini CPO langsung difraksinasi untuk memperoleh *crude olein*

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

dan *crude stearine* yaitu melalui proses pencucian, pemutihan dan kemudian disaring. Proses secara basah tersebut dapat diperoleh sekitar 65-70 persen olein (minyak makan/goreng) dan 30% stearin.

#### **1.5. Jenis-Jenis Minyak Goreng**

Minyak goreng adalah minyak yang berasal dari lemak tumbuhan atau hewan yang dimurnikan dan berbentuk cair dalam suhu kamar dan biasanya digunakan untuk menggoreng makanan. Minyak goreng dari tumbuhan biasanya dihasilkan dari tanaman seperti kelapa, biji-bijian, kacang-kacangan, jagung, kedelai, dan kanola. Berikut ini beberapa jenis-jenis minyak goreng:

Minyak goreng adalah hasil akhir (*refined oils*) dari sebuah proses pemurnian minyak nabati (golongan yang bisa dimakan) dan terdiri dari beragam jenis senyawa trigliserida yang mempunyai tiga jenis asam lemak. Berdasarkan kegunaannya, minyak nabati terbagi menjadi dua golongan. Pertama, minyak nabati yang dapat digunakan dalam industri makanan (*edible oils*) dan dikenal dengan nama minyak goreng meliputi minyak kelapa, minyak kelapa sawit, minyak zaitun, minyak kedelai dan sebagainya. Kedua, minyak yang digunakan dalam industri nonmakanan (*non-edible oils*) misalnya minyak kayu putih, minyak jarak, dan minyak intaran. Beberapa jenis minyak goreng yang banyak dipasarkan di pasaran sebagai berikut

#### **Minyak kelapa**

Minyak kelapa termasuk dalam kategori asam lemak jenuh, sangat stabil dan tahan oksidasi, sehingga sulit menjadi tengik kalau pembuatannya memenuhi persyaratan modern. Minyak kelapa yang diproduksi secara modern tanpa dipanaskan, disebut minyak kelapa perawan yang dikenal sebagai *Virgin Coconut Oil*. Minyak kelapa, sebagai salah satu jenis minyak goreng, mempunyai komposisi yang didominasi oleh asam lemak jenuh (90-92%) sedangkan minyak kelapa sawit mempunyai komposisi yang berimbang. Minyak kedelai

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

sebaliknya, kandungan asam lemak tak jenuh mendominasi sampai 80%. Dengan kandungan asam lemak jenuh yang tinggi, minyak kelapa dan minyak kelapa sawit mempunyai keunggulan daripada minyak kedelai yaitu lebih stabil dan tidak mudah teroksidasi pada suhu tinggi.



**Gambar 1.3 Kepala dan Minyak Kelapa**

Diperoleh dari buah kelapa yang cukup tua (pada Gambar 1.3), baik melalui cara basah, yaitu ekstraksi dari santan maupun melalui cara kering, yaitu pengepresan kopra. Minyak kelapa umumnya terdiri dari 90% asam lemak jenuh dan 10% asam lemak tidak jenuh.

#### **Minyak kelapa sawit**

Kelapa sawit adalah salah satu palma penghasil minyak nabati yang lebih dikenal dengan sebutan *palm oil*. Kelapa sawit adalah penyumbang minyak nabati terbesar di dunia. Kelapa sawit dan minyak sawit (Gambar 1.4) dapat dipergunakan untuk bahan makanan dan industri melalui proses penyulingan, penjernihan dan penghilangan bau atau RBDPO (*Refined, Bleached and Deodorized Palm Oil*). Di samping itu CPO dapat diuraikan untuk produksi minyak sawit padat (RBD Stearin) dan untuk produksi minyak sawit cair (RBD Olein). RBD Olein terutama dipergunakan untuk pembuatan minyak goreng.

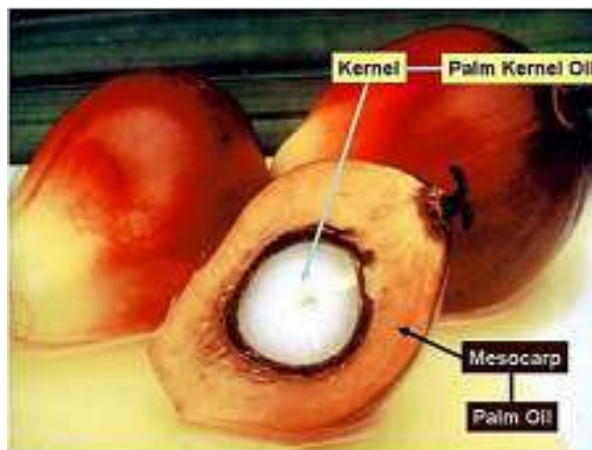


***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***



**Gambar 1.4 Buah Kelapa Sawit dan Minyaknya**

Salah satu sumber minyak nabati yang dapat dipakai untuk menggoreng adalah minyak kelapa sawit diekstrak dari daging buah kelapa sawit dikenal dengan *Crude Palm Oil* (CPO) dan inti kelapa sawit yang dikenal *Palm Kernel Oil* disajikan pada Gambar 1.5.



**Gambar 1.5 Bagian dari Kelapa Sawit untuk CPO dan PKO**

## ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

### **Minyak kedelai**

Minyak kedelai digunakan sebagai bahan industri makanan dan non makanan. Industri makanan dari minyak kedelai yang digunakan sebagai bahan industri makanan berbentuk gliserida sebagai bahan untuk pembuatan minyak goreng, margarin dan bahan lemak lainnya. Minyak kedelai mempunyai kadar asam lemak jenuh sekitar 15% sehingga sangat baik sebagai pengganti lemak dan minyak yang memiliki kadar asam lemak jenuh yang tinggi seperti mentega dan lemak babi. Hal ini berarti minyak kedelai sama seperti minyak nabati lainnya yang bebas kolesterol.

Minyak kedelai (Gambar 1.6) diekstrak dari biji kedelai (*Glycine max L.*). Meskipun kedelai sudah ditanam di Indonesia sejak 1750, tetapi produksi minyak kedelai sebagai minyak goreng di Indonesia baru mulai sejak beberapa tahun yang lalu. Selain sebagai minyak goreng, minyak kedelai juga banyak digunakan untuk *shortening*, margarin dan pengalengan ikan.



**Gambar 1.6 Kedelai dan Minyaknya**

### **Minyak jagung**

Minyak jagung (Gambar 1.7) merupakan hasil ekstrak bagian lembaga. Minyak jagung mengandung banyak asam lemak yang

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

diperlukan pada pertumbuhan badan dan mempunyai nilai gizi yang sangat tinggi yaitu sekitar 2500 kal/g. Minyak jagung lebih disenangi konsumen karena selain harganya murah, minyak jagung juga mengandung sitosterol sehingga para konsumen dapat terhindar dari gejala atherosclerosis (endapan pada pembuluh darah).

Jagung (*Zea mays*) merupakan tanaman pangan yang penting setelah padi dan terdapat hampir di seluruh kepulauan Indonesia. Selain sebagai makanan pokok akan sumber karbohidrat, jagung juga banyak digunakan sebagai sumber minyak. Minyak jagung diperoleh dengan mengekstrak bagian lembaga dengan sistem pres atau kombinasi sistem pres dan pelarut.

Beberapa minyak dari tumbuhan ada yang banyak mengandung asam lemak jenuh, dan beberapa yang lainnya banyak mengandung asam lemak tak jenuh. Asam lemak jenuh jika dikonsumsi oleh manusia atau hewan akan merangsang sintesis kolesterol tubuh, sementara asam lemak tak jenuh jika dikonsumsi akan menurunkan kolesterol tubuh. Minyak goreng non kolesterol adalah minyak yang lebih banyak mengandung asam lemak tak jenuh daripada asam lemak jenuh. Minyak jenis tersebut jika dikonsumsi sintesis kolesterol dalam tubuh tidak akan meningkat sehingga kadar kolesterol darah tidak meningkat pula.

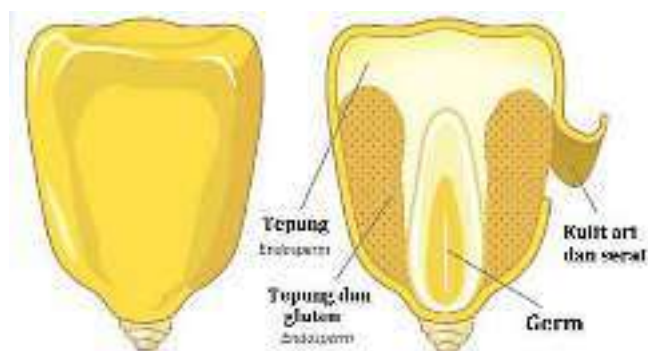
Minyak goreng yang berasal dari jagung, kedelai dan wijen banyak mengandung asam lemak tak jenuh rantai panjang, sementara minyak goreng yang berasal dari kelapa dan kelapa sawit banyak mengandung asam lemak jenuh. Asam lemak tak jenuh lebih mudah teroksidasi jika dibandingkan dengan asam lemak jenuh. Oleh sebab itu, asam lemak tak jenuh lebih mudah rusak dan lebih mudah teroksidasi di dalam tubuh. Oksidasi asam lemak tak jenuh yang berlebihan di dalam tubuh akan membahayakan kesehatan tubuh, seperti merangsang pertumbuhan sel kanker.

## *Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng*



**Gambar 1.7 Jagung dan Minyaknya**

Pada bagian kulit ari adalah bagian terluar dari jagung yang kaya akan serat. Selanjutnya bagian penghasil tepung adalah endosperm dengan produk utama tepung dan sebagai kecil gluten yang ada di bagian samping melingkar dari biji jagung. Bagian germ merupakan bagian dari biji jagung yang banyak mengandung minyak. Kandungannya asam lemak yang dominan dengan uji GCMS adalah asam lemak tak jenuh 31-52% dan asam lemak jenuh 13%.



**Gambar 1.8 Bagian Jagung dengan Germ yang Kaya akan Minyak**

[https://www.iscc-system.org/wp-content/uploads/2017/08/Brian-Engel\\_Technical-Corn-Oil-Review\\_TC-Las-Vegas-2017-.pdf](https://www.iscc-system.org/wp-content/uploads/2017/08/Brian-Engel_Technical-Corn-Oil-Review_TC-Las-Vegas-2017-.pdf)

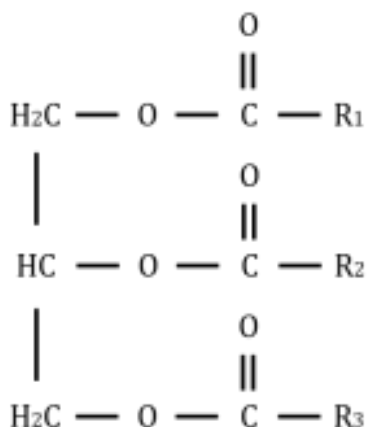
## **1.6. Klasifikasi Minyak Goreng**

Komponen penyusun minyak goreng kelapa sawit terdiri dari trigliserida dan non trigliserida. Komponen dalam jumlah besar terdapat pada trigliserida sedangkan komponen relatif kecil terdapat komponen minornya. Keduanya penting dalam menentukan kualitas minyak. Trigliserida merupakan turunan dari gliserol dan asam lemak rantai panjang dapat berfasa padat atau cair pada temperatur kamar tergantung pada komposisi asam lemak penyusunnya.

Apabila dikonsumsi, trigliserida ternyata memiliki banyak kegunaan yaitu menyediakan energi untuk berbagai proses metabolisme. Kelebihan trigliserida akan disimpan di jaringan adiposa sebagai cadangan energi, jika kelebihannya sudah melebihi ambang batas tubuh maka akan terjadi sindroma metabolik dan indikasi gangguan jantung. Selain memiliki manfaat bagi tubuh, trigliserida juga memiliki nilai ekonomis dalam industri kimia sebagai bahan baku pembuatan sabun dan reagen standar kimia klinik.

Trigliserida pada minyak goreng seperti pada Gambar 1.9. adalah gliserol yang mengikat asam lemak jenuh dan asam lemak tak jenuh. Asam lemak pada minyak alami berkisar 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). Simbol  $R_1$ ,  $R_2$  dan  $R_3$  adalah alkil asam lemak. Secara umum trigliserida memiliki proporsi seimbang antara asam lemak jenuh dan tidak jenuh.

### *Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng*



**Gambar 1.9 Struktur Kimia Trigliserida**

Berdasarkan ada atau tidak ikatan ganda dalam struktur molekulnya, minyak goreng terbagi menjadi minyak dengan asam lemak jenuh dan minyak dengan asam lemak tak jenuh tunggal maupun majemuk. Minyak dengan asam lemak jenuh merupakan asam lemak yang mengandung ikatan tunggal pada rantai hidrokarbonnya. Minyak ini bersifat stabil dan tidak mudah bereaksi atau berubah menjadi asam lemak jenis lain. Asam lemak jenuh yang terkandung dalam minyak goreng pada umumnya terdiri dari asam laurat, asam miristat, asam palmitat dan asam stearat.

Minyak dengan asam lemak tak jenuh tunggal maupun majemuk merupakan asam lemak yang memiliki ikatan atom karbon rangkap pada rantai hidrokarbonnya. 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. Jenis asam lemak jenuh dan tak jenuh dari minyak goreng dapat dilihat pada Tabel 1.1. Asam lemak jenuh cenderung banyak pada asam palmitat, sedangkan asam lemak tak jenuh adalah asam oleat.

**Tabel 1.1 Kandungan Asam Lemak pada Minyak Goreng**

Asam Lemak	% terhadap asam lemak total	
	Kisaran	Rata-rata
<b>Asam lemak jenuh</b>		
Asam laurat	0,1-1,0	0,2
Asam miristat	0,9-1,5	1,1
Asam palmitat	41,8-45,8	44,0
Asam stearate	4,2-5,1	4,5
<b>Asam Lemak tak jenuh</b>		
Asam palmitoleat	0,1-0,3	0,1
Asam oleat	37,3-40,8	39,2
Asam linoleiat	9,1-11,0	10,1
Asam linolenat	0,0-0,6	0,4
Asam arakidonat	0,2-0,7	0,4

### **1.7. Sifat Fisik dan Kimia Minyak Goreng**

Suatu standar mutu kualitas minyak goreng diukur melalui sifat fisik dan sifat kimia. Parameter sifat fisik minyak dapat dilihat melalui warna, bau dan rasa, titik cair dan polimorfisme., kelarutan, titik didih, titik asap. Sedangkan untuk sifat kimia minyak goreng bergantung pada reaksi hidrolisis, oksidasi, hidrogenasi dan esterifikasi. Sifat fisik dan kimia yang terdapat dalam minyak goreng dapat diuraikan sebagai berikut

#### **Sifat Fisik Minyak Goreng**

##### Zat Warna

Zat warna di dalam minyak goreng terdiri dari zat warna alamiah dan zat warna hasil degradasi. Zat warna alamiah merupakan zat warna alamiah yang berada di dalam minyak goreng dan ikut terekstrak bersama pada proses ekstraksi. Zat warna alamiah terdiri dari

1.  $\alpha$  dan  $\beta$  karoten yang menghasilkan warna kuning
2. xantofil penghasil warna kuning kecokelatan,
3. klorofil penghasil warna hijau,
4. antosianin penghasil warna merah.

## ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Selain itu, zat warna yang disebabkan oleh karotenoid memiliki sifat larut dalam minyak. Karotenoid merupakan senyawa yang memiliki rantai hidrokarbon tak jenuh, di mana jika minyak dihidrogenasi, zat warna tersebut juga akan terhidrogenasi yang menyebabkan warna kuning akan berkurang. Sifat lain yang dimiliki oleh karotenoid adalah tidak stabil pada suhu tinggi dan dapat dihilangkan dengan proses oksidasi. Zat warna golongan lainnya adalah hasil degradasi zat warna alamiah yang diakibatkan oleh adanya reaksi oksidasi dan degradasi dari senyawa kimia yang terdapat di dalam minyak.

### Degradasi Warna ke Warna Gelap

Hasil dari proses degradasi tersebut akan menyebabkan warna menjadi minyak goreng berwarna gelap. Warna gelap yang diperoleh berasal dari proses oksidasi terhadap tokoferol. Warna gelap ini dapat terjadi dari proses pengolahan dan penyimpanan yang diakibatkan oleh suhu pemanasan yang terlalu tinggi, pengepresan bahan makanan yang mengandung minyak dengan tekanan tinggi, pengaruh adanya logam seperti Fe, Cu, dan Mn.

### Kelarutan Minyak Goreng

Minyak goreng memiliki sifat tidak larut dalam air, kecuali pada minyak jarak (*Castrol oil*) dan minyak akan sedikit larut dalam alkohol, etil eter, karbon disulfide dan pelarut-pelarut halogen.

### Bau dan rasa

Sifat bau dan rasa yang dimiliki oleh minyak terjadi secara alami karena adanya pembentukan asam yang berantai pendek sebagai hasil penguraian dari kerusakan minyak atau lemak, akan tetapi umumnya bau dan rasa ini disebabkan oleh komponen bukan minyak, sebagai contoh bau khas dari minyak kelapa sawit dikarenakan terdapatnya *betaionone*, sedangkan bau khas dari minyak kelapa ditimbulkan oleh *nonyl methylketon*.



## ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

### Titik Cair dan Polymorphism

Sifat titik cair yang dimiliki minyak yaitu tidak mudah mencair dengan tepat pada suatu nilai temperatur tertentu. *Polymorphism* adalah keadaan di mana terdapat lebih dari satu bentuk kristal.

### Titik Didih

Titik didih minyak akan semakin meningkat seiring dengan bertambah panjangnya rantai karbon asam lemak.

### **Sifat Kimia Minyak Goreng**

Kelompok utama senyawa alterasi yang terbentuk selama menggoreng yang dihasilkan dari minyak atau lemak pada suhu tinggi, sekitar 180°C, dengan adanya udara dan kelembaban. Hidrolisis terjadi karena adanya uap air dalam makanan. Ini melibatkan pemutusan ikatan ester, melepaskan asam lemak bebas dan diasilgliserol. Selain itu, karena adanya udara dan paparan suhu tinggi, perubahan oksidasi dan termal terjadi pada asam lemak tak jenuh, yang menyebabkan triasilgliserol termodifikasi dengan setidaknya satu dari tiga rantai asil lemak diubah.

Reaksi pada minyak sangat kompleksitas, terkait reaksi yang berbeda saling terkait. Sebagai contoh, asam lemak bebas yang berasal dari reaksi hidrolisis dioksidasi lebih cepat daripada triasilgliserol asli dan sebagian besar senyawa baru yang tidak teroksidasi dibentuk oleh interaksi radikal melalui reaksi otoksidasi di bawah ketersediaan udara yang rendah.

**Tabel 1.2 Senyawa yang Terbentuk Selama Proses Menggoreng Pada Minyak**

<b>Perubahan/ Reaksi</b>	<b>Zat penyebab</b>	<b>Kandungan baru</b>
Hidrolisis	Uap air	Asam lemak Diasilgliserol
Oksidasi	Udara	Monomer yang teroksidasi triasilgliserol,

### *Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng*

<b>Perubahan/ Reaksi</b>	<b>Zat penyebab</b>	<b>Kandungan baru</b>
		Dimer yang teroksidasi dan triasilgliserol oligomeri Senyawa yang menguap (aldehida, keton, alkohol, HC dll)
Perubahan Panas	Suhu	Monomer siklik triasilgliserol monomer Isomer triasilgliserol Nonpolar dimer and Triasilgliserol oligomer

#### Reaksi Hidrolisis

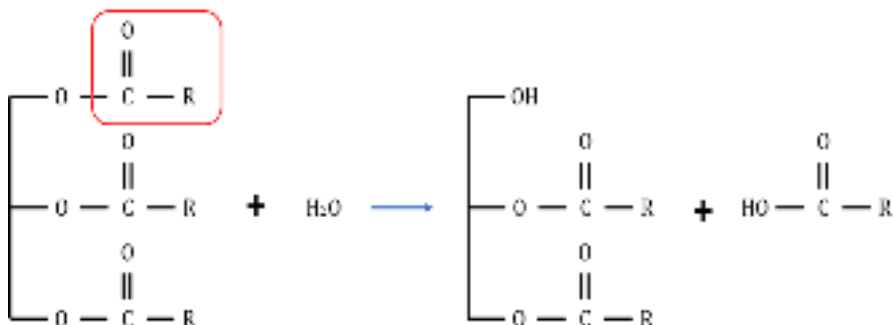
Hidrolisis adalah satu-satunya reaksi yang memecah molekul triasilgliserol, dengan pembentukan diasilgliserol dan asam lemak (Gambar. 1.10), senyawa nonvolatil dengan berat molekul yang jauh lebih rendah daripada induk triasilgliserol. Dalam menggoreng, reaksi ini sangat menarik karena dua alasan utama, Kandungan air yang tinggi dari sebagian besar makanan mengalami penggorengan.

Masalah penggorengan adalah terjadi pembentukan asam lemak bebas, penurunan titik asap, pembentukan senyawa volatil dan rasa ekstra, penurunan tegangan antar muka, dan lain-lain. Hidrolisis adalah satu-satunya reaksi yang memecah molekul triasilgliserol, dengan pembentukan diasilgliserol dan asam lemak. Saat makanan digoreng dengan minyak panas, uap air terbentuk menguap dengan gerakan bergejolak dan perlahan-lahan mereda saat makanan digoreng. Senyawa air, uap, dan oksigen saat itu mulai bereaksi secara kimia dalam minyak goreng dan makanan.

Air, nukleofil lemah, menyerang hubungan ester dari triasilgliserol dan menghasilkan diasilgliserol dan monoasilgliserol, gliserol, dan asam lemak bebas. Kandungan asam lemak bebas dalam minyak goreng meningkat seiring dengan banyaknya jumlah penggorengan. Nilai asam lemak bebas digunakan untuk memantau kualitas minyak goreng.

### **Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng**

Hidrolisis termal terjadi terutama dalam fasa minyak daripada antarmuka air-minyak. **Hidrolisis lebih sering terjadi dalam minyak dengan asam lemak pendek dan tak jenuh dibandingkan minyak dengan asam lemak panjang dan jenuh.** Dengan alasan pada kelarutan. Asam lemak pendek dan tak jenuh lebih mudah larut dalam air dibandingkan asam lemak panjang dan jenuh. Air dari makanan mudah diakses oleh lemak dan minyak rantai pendek untuk hidrolisis. Air dalam jumlah besar menghidrolisis minyak dengan cepat. Air menghidrolisis minyak lebih cepat daripada uap. Kontak besar antara minyak dan fase air makanan meningkatkan hidrolisis minyak. Mono- dan diasilgliserol dalam minyak selama digunakan untuk menggoreng, pada awalnya jumlah meningkat dan pada saat tertentu konstan.



**Gambar 1.10 Formasi diasilgliserol dan asam lemak**

Sering penggantian minyak goreng dengan minyak segar dapat memperlambat hidrolisis minyak goreng. Adanya basa misalnya natrium hidroksida dan alkalis lainnya jika digunakan untuk membersihkan alat penggoreng maka akan meningkatkan hidrolisis minyak. Durasi penggorengan tidak mempengaruhi hidrolisis minyak. Asam lemak bebas dan senyawanya yang teroksidasi menghasilkan rasa yang tidak enak dan membuat minyak kurang dapat diterima. Di-

## ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

dan monoasilgliserol, gliserol, dan asam lemak bebas mempercepat reaksi hidrolisis minyak lebih lanjut.

### Oksidasi

Proses oksidasi berlangsung bila terjadi kontak antara sejumlah Oksigen dalam penggorengan lemak dalam bereaksi dengan minyak. Terjadinya reaksi oksidasi akan mengakibatkan bau tengik pada minyak dan lemak.

Mekanisme kimiawi oksidasi termal pada prinsipnya sama dengan mekanisme autoksidasi. Laju oksidasi termal lebih cepat daripada autoksidasi, tetapi informasi ilmiah yang spesifik dan terperinci serta perbandingan laju oksidasi antara oksidasi termal dan autoksidasi tidaklah demikian. Mekanisme oksidasi termal melibatkan inisiasi, propagasi, dan penghentian reaksi seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1.11.

Minyak keadaan singlet non-radikal tidak bereaksi dengan oksigen diradikal keadaan triplet karena penghalang spin. Oksigen yang ada di udara adalah senyawa diradikal. Oksigen radikal membutuhkan minyak radikal untuk dapat bereaksi oksidasi dengan minyak. Minyak harus dalam keadaan radikal untuk bereaksi dengan oksigen radikal untuk reaksi oksidasi minyak.

Hidrogen dengan ikatan terlemah pada karbon minyak akan dihilangkan terlebih dahulu menjadi radikal. Energi yang dibutuhkan untuk memutus ikatan karbon-hidrogen pada karbon no 11 milik asam linoleat adalah 50 kkal/mol. Ikatan rangkap pada karbon no 9 dan karbon no 12 menurunkan ikatan karbon-hidrogen pada karbon no 11 dengan menarik elektron.

Ikatan Karbon-hidrogen pada karbon no 8 atau no 11, yaitu  $\alpha$  dengan ikatan rangkap asam oleat, adalah sekitar 75 kkal/mol. Ikatan karbon-hidrogen pada karbon jenuh tanpa ikatan rangkap di sampingnya kira-kira 100 kkal/mol. Berbagai kekuatan ikatan hidrogen karbon pada asam lemak menjelaskan perbedaan laju

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

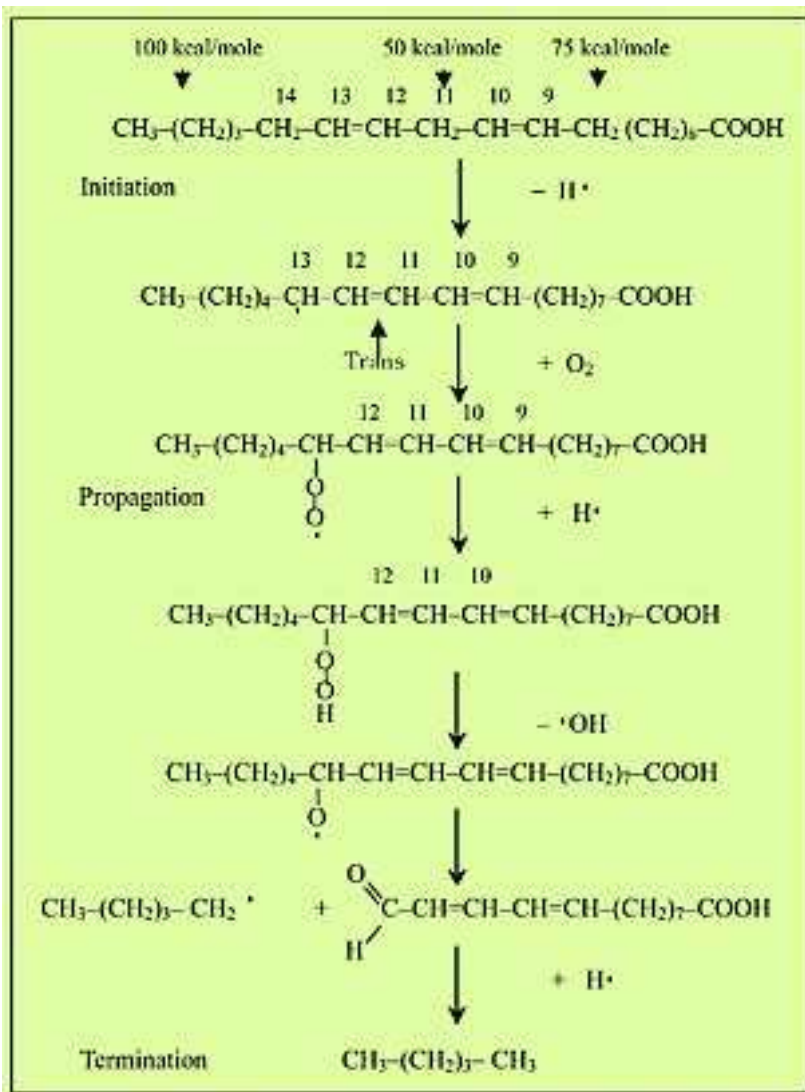
oksidasi asam stearat, oleat, linoleat, dan linoleat selama oksidasi termal atau autoksidasi. Ikatan karbon-hidrogen terlemah dari asam linoleat adalah ikatan pada karbon no 11 dan hidrogen pada karbon no 11 akan dihilangkan terlebih dahulu untuk membentuk radikal pada karbon no 11 (Gambar 1.11). Radikal pada karbon no 11 akan disusun kembali membentuk radikal pentadienil terkonjugasi pada karbon no 9 atau karbon no 13 dengan ikatan rangkap trans.

Panas, cahaya, logam, dan spesi oksigen reaktif memfasilitasi pembentukan radikal minyak. Logam polivalen seperti itu sebagai  $Fe^{3+}$  dan  $Cu^{2+}$  menghilangkan proton hidrogen dari minyak untuk membentuk alkil radikal dengan mekanisme oksidasi-reduksi logam bahkan pada tingkat rendah suhu. Situs pembentukan radikal dalam asam lemak jenuh berbeda dengan asam tak jenuh oleat atau linoleat.

Radikal alkil dari asam lemak jenuh terbentuk pada posisi  $\alpha$  gugus karboksil yang memiliki properti penarik elektron. Pembentukan radikal alkil dari molekul minyak dengan menghilangkan hidrogen disebut langkah inisiasi dalam reaksi oksidasi minyak. Alkil radikal juga dapat bereaksi dengan radikal alkil, radikal alkoksi, dan peroksi radikal untuk membentuk dimer dan polimer.

Radikal alkil dengan potensi reduksi 600 mV bereaksi dengan cepat dengan oksigen triplet diradical dan menghasilkan radikal peroksi dengan kecepatan dari 109/M/s. Radikal peroksi dengan potensi reduksi 1000 mV mengabstraksi hidrogen dari asam oleat dan asam linoleat dan menghasilkan hidroperoksida dengan laju sekitar  $1 \times 100/M/s$  dan  $1 \times 10/M/s$ , masing-masing.

*Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng*



**Gambar 1.11 Inisiasi, Propagasi, dan Penghentian Oksidasi Termal Minyak**

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1750-3841.2007.00352.x>

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Radikal peroksi mengabstraksi atom hidrogen dari molekul minyak lain dan membentuk hidroperoksida baru dan radikal alkil lainnya. Reaksi berantai ini disebut rantai radikal bebas reaksi dalam makanan dan langkah perbanyakkan. Radikal peroksi juga bereaksi dengan radikal lain pada laju sekitar  $1,1 \times 10^6$ /M/s untuk membentuk dimer atau polimer. Reaksi berantai alkil bebas radikal dan peroksi radikal mempercepat oksidasi termal minyak.

Hidroperoksida umumnya tidak stabil selama penggorengan lemak. Hidroperoksida terdekomposisi menjadi radikal alkoksi dan radikal hidroksi dengan homolisis ikatan peroksida. Hidroperoksida terdekomposisi menjadi menghasilkan radikal oksidasi- dan hidroksi.

Jumlah mono- dan diasilgliserol kecil pada awal penggorengan. Ketegangan antarmuka yang tinggi pada sistem penggorengan memecahkan gelembung uap dan membentuk selimut uap di atas permukaan minyak. Selimut uap mengurangi kontak antara minyak dan oksigen, dan menurunkan oksidasi minyak. Biasanya minyak olahan mengandung kurang dari 1 ppm bahan alkali seperti natrium atau garam kalium. Minyak goreng segar harus kurang dari 10 ppm alkali.

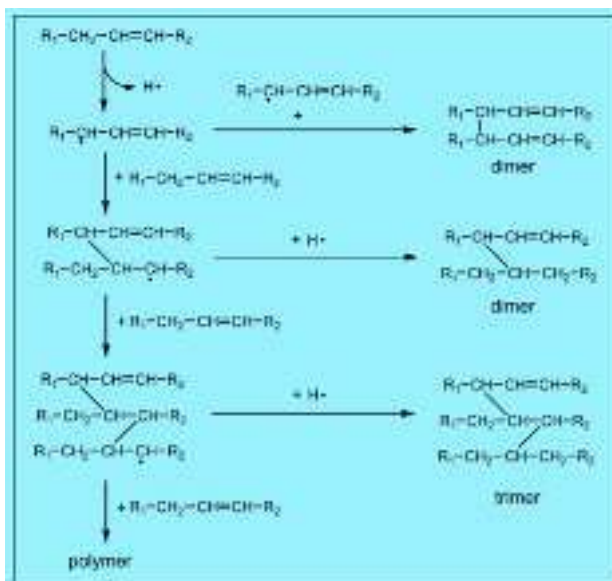
#### Polimerisasi

Senyawa yang mudah menguap sangat penting untuk kualitas rasa minyak goreng dan makanan yang digoreng, tetapi kandungan yang mudah menguap dalam produk dekomposisi total minyak goreng terdapat pada konsentrasi. Dekomposisi utama Produk minyak goreng adalah senyawa polar nonvolatil dan dimer serta polimer triasilgliserol. Jumlah senyawa siklik relatif kecil dibandingkan dengan senyawa polar nonvolatil, dimer, dan polimer. Dimer dan polimer adalah molekul besar dengan satu molekul kisaran berat 692 hingga 1600 Daltons dan dibentuk oleh kombinasi ikatan -C-C-, -C-O-C-, dan -C-O-O-C- Dehydroxydimer, ketodehydrodimer, monohydrodimer, dehydrodimer dari linoleat, dan dehydrodimer oleat adalah dimer

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

yang ditemukan dalam minyak kedelai selama penggorengan pada suhu 195° C. Dimer dan polimer memiliki gugus hidroperoksi, epoksi, hidroksi, dan karbonil, dan -C-O-C- dan -C-O-O-C- keterkaitan. Dimer atau polimer adalah asiklik atau siklik bergantung pada proses reaksi dan jenis asam lemak yang ada dalam minyak.

Dimerisasi dan polimerisasi dalam penggorengan lemak adalah reaksi radikal. Radikal alil lebih disukai dibentuk pada karbon metilen  $\alpha$  hingga ganda obligasi. Dimers terbentuk dari reaksi radikal alil oleh Hubungan C-C. Pembentukan polimer asiklik dari asam oleat selama pemanasan ditunjukkan pada Gambar 1.12. Triasilgliserol bereaksi dengan oksigen dan menghasilkan alkil hidroperoksida (ROOH) atau dialkil peroksida (ROOR)



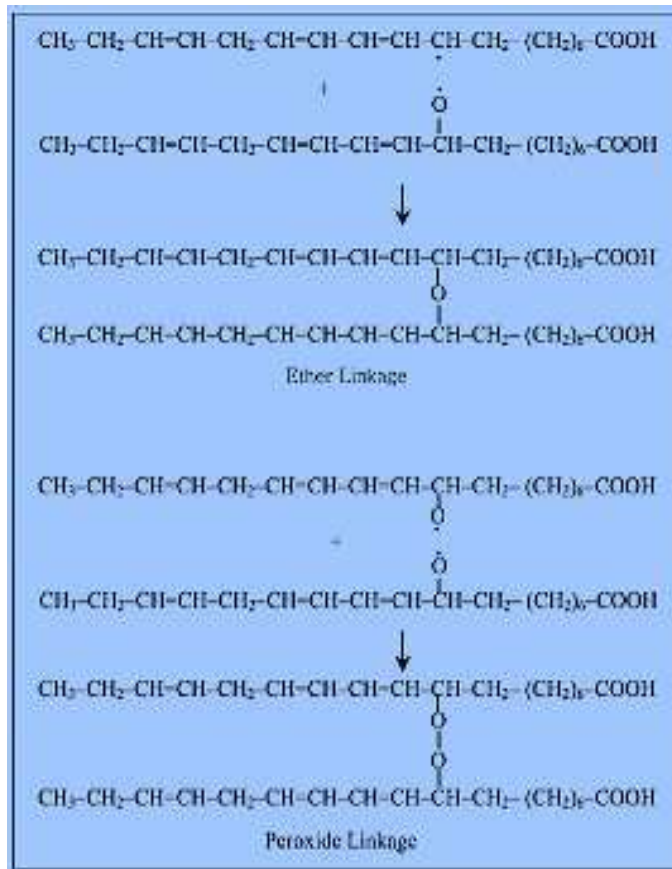
**Gambar 1.12 Pembentukan Polimer Asiklik dari Asam Oleat Selama Penggorengan dalam Minyak**

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1750-3841.2007.00352.x>



**Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng**

Trigliserol mudah terurai menjadi radikal alkoksi dan peroksi dengan pemisahan RO-OH dan ROO-R. Radikal alkoksi dapat memisahkan hidrogen dari molekul minyak untuk menghasilkan senyawa hidroksi, atau bergabung dengan radikal alkil lain untuk menghasilkan oksidimer.



**Gambar 1.13 Pembentukan Polimer Linkage Eter atau Peroksida dalam Minyak Selama Penggorengan dalam Lemak**

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1111/j.1750-3841.2007.00352.x>

## ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

**Radikal peroksi dapat bergabung dengan radikal alkil dan menghasilkan peroksi dimer** (Gambar 1.13). Pembentukan dimer dan polimer bergantung pada jenis minyak, suhu penggorengan, dan jumlah penggorengan. Saat jumlah penggorengan dan suhu penggorengan meningkat, jumlah polimer meningkat. Minyak yang kaya asam linoleat lebih mudah terpolimerisasi selama penggorengan lemak dalam daripada minyak yang kaya asam oleat.

Pembentukan senyawa siklik dalam minyak goreng bergantung pada derajat ketidakjenuhan dan suhu penggorengan. Pembentukan monomer dan polimer siklik meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah asam linolenat. Pembentukan monomer siklik adalah dapat diabaikan sampai kandungan asam linolenat melebihi sekitar 20%. Berhubungan dengan putaran senyawa tidak terbentuk secara signifikan sampai suhu minyak suhu mencapai 200° C sampai 300° C.

Minyak kedelai menghasilkan trisiklik dimer dan dimer bisiklik dari linoleat serta monomer siklik. Selama menggoreng, polimer yang terbentuk dalam penggorengan berminyak kaya akan oksigen. Senyawa polimer teroksidasi mempercepat oksidasi minyak. Polimer mempercepat degradasi minyak lebih lanjut, meningkatkan viskositas minyak, mengurangi perpindahan panas, menghasilkan busa selama penggorengan lemak, dan berkembang warna yang tidak diinginkan.

### Hidrogenasi dan Esterifikasi

Proses hidrogenasi bertujuan untuk menumbuhkan ikatan rangkap dari rantai karbon asam lemak pada minyak. Proses esterifikasi bertujuan untuk mengubah asam-asam lemak dari trigliserida dalam bentuk ester. Dengan menggunakan prinsip reaksi ini hidrokarbon rantai pendek dalam asam lemak yang menyebabkan bau tidak enak, dapat ditukar dengan rantai panjang yang bersifat tidak menguap.

## **1.8. Cara Menggunakan Minyak Goreng yang Tepat**

Penggorengan adalah salah satu teknik olahan cepat dan praktis menggunakan media minyak atau lemak yang bertujuan untuk membuat bahan pangan menjadi matang dan siap dikonsumsi. Proses penggorengan membutuhkan media penghantar yaitu minyak atau lemak. Secara kimiawi, terdapat persamaan antara lemak dan minyak, perbedaannya terletak pada titik leleh. Minyak digunakan untuk jenis lemak yang cair pada suhu ruang sedangkan lemak digunakan untuk lemak yang padat pada suhu ruang.

### **Metode Penggorengan**

Dalam proses menggoreng diperlukan metode penggorengan yang baik dan efektif. Proses ini dilakukan agar menghasilkan makanan yang baik. Arti dari proses penggorengan yaitu memasukkan bahan makanan ke dalam minyak panas. Minyak goreng berfungsi sebagai media pemanas di mana akan berpengaruh terhadap tekstur serta rasa makanan yang digoreng.

Secara garis besar, proses menggoreng mempunyai prinsip yaitu mengeringkan bahan makanan agar produk yang dihasilkan lebih layak konsumsi dan atau lebih kering. Pada prosesnya, menggoreng akan menghasilkan produk yang mengandung jumlah minyak goreng yang relatif banyak. Sehingga, hasil dari proses menggoreng dapat mempengaruhi cita rasa dan daya simpan bahan makanan tersebut.

Banyak hal yang perlu diperhatikan dalam proses menggoreng seperti metode penggorengan. Berikut beberapa metode penggorengan adalah

### **Metode *Deep Frying***

Menggoreng dengan cara *deep frying* membutuhkan minyak dalam jumlah banyak sehingga bahan makanan dapat terendam seluruhnya di dalam minyak. Perbandingan antara bahan pangan dan

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

minyak goreng yang ideal adalah 1: 6. Metode ini tidak ada air yang digunakan dalam proses pengolahan untuk mendapatkan hasil optimal. Prosesnya cepat, dapat dilakukan terus menerus dalam jumlah banyak dan masa simpan lebih lama.

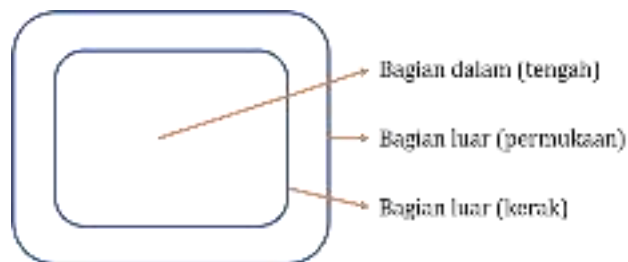
Minyak akan menetes ke luar dari permukaan pangan dengan mudah. Apabila makanan digoreng dalam minyak untuk waktu lama, maka kandungan air dalam makanan tersebut akan berkurang dan minyak mulai masuk ke dalam makanan. setelah proses penggorengan disarankan memakai saringan sebagai penirisan supaya kadar minyak lebih sedikit.

Metode *deep frying* biasanya dilakukan untuk menggoreng kentang, ayam, ikan, koreket. Suhu menggoreng secara *deep frying* perlu diperhatikan agar tidak terjadi oksidasi yang mengakibatkan timbulnya kerusakan pada minyak sehingga minyak mudah menghitam.

Keunggulan metode ini menghasilkan pangan yang renyah, lebih krispi, bagian dalamnya tetap lunak dan matang merata. Sedangkan kelemahan setelah melakukan *deep frying* yaitu pemborosan pada minyak karena telah digunakan banyak dan menghasilkan makanan yang berlemak.

Cara menggoreng menggunakan metode ini diawali dengan memasukkan minyak goreng baru ke dalam ketel penggorengan/panci penggorengan dengan perbandingan minyak: bahan makanan = 1: 6, kemudian ketel dipanaskan hingga suhu mencapai yang diinginkan (perlu diketahui agar menjaga suhu tidak terlalu panas supaya minyak tidak mudah teroksidasi), kemudian bahan makanan digoreng hingga matang. Dalam metode ini perlu diupayakan pula agar sejarang mungkin melakukan pengadukan untuk mengurangi aliran konveksi dalam minyak dan reaksi oksidasi akibat terjadinya proses aerasi. Berikut Analisis tingkat kematangan makanan yang digoreng menggunakan metode *deep frying* disajikan pada Gambar 1.14

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***



**Gambar 1.14 Struktur Makanan Menggunakan Metode *Deep Frying***

Makanan yang digoreng pada suhu dan waktu optimal berwarna coklat keemasan, dimasak dengan benar dapat menghasilkan makanan yang renyah, dan memiliki daya serap minyak yang optimal. Makanan yang belum digoreng tidak memiliki rasa goreng yang berlemak, warna yang bagus, dan tekstur yang renyah. Namun, makanan yang kurang digoreng pada suhu yang lebih rendah atau waktu penggorengan yang lebih pendek dari yang optimal memiliki warna putih atau agak coklat di bagian tepi, dan memiliki pati yang tidak dilapisi atau setengah matang di bagian tengah. Makanan yang terlalu digoreng pada suhu yang lebih tinggi dan waktu penggorengan yang lebih lama daripada penggorengan yang optimal memiliki permukaan yang gelap dan mengeras serta tekstur yang berminyak karena penyerapan minyak yang berlebihan.

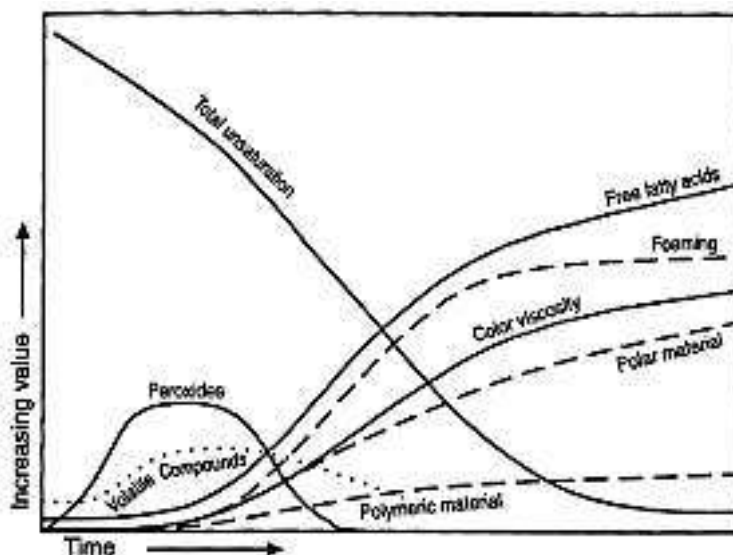
Penggorengan lemak dalam menghasilkan senyawa perisa yang diinginkan atau tidak diinginkan, mengubah kestabilan dan mutu rasa, warna, dan tekstur makanan yang digoreng, serta kualitas gizi makanan. Hidrolisis, oksidasi, dan polimerisasi minyak adalah reaksi kimia umum dalam minyak goreng dan menghasilkan senyawa yang mudah menguap atau tidak mudah menguap.

Sebagian besar senyawa volatil menguap di atmosfer dengan uap dan senyawa volatil lainnya dalam minyak mengalami reaksi kimia lebih lanjut atau diserap dalam makanan yang digoreng.

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Senyawa nonvolatil dalam minyak mengubah sifat fisik dan kimia minyak dan gorengan. Senyawa nonvolatile mempengaruhi stabilitas rasa dan kualitas serta tekstur gorengan selama penyimpanan.

Penggorengan minyak dalam menurunkan asam lemak tak jenuh minyak dan meningkatkan pembusaan, warna semakin gelap, viskositas semakin kental saat dingin, kepadatan semakin banyak material hasil reaksi ataupun dari produk yang tersisa dalam bentuk halus, panas jenis, dan kandungan asam lemak bebas, bahan polar, dan senyawa polimer (Gambar 1.15). Suhu dan waktu penggorengan, minyak goreng, antioksidan, dan jenis penggorengan mempengaruhi hidrolisis, oksidasi, dan polimerisasi minyak selama penggorengan. Ulasan ini berfokus pada reaksi kimia minyak goreng dan peningkatan stabilitas oksidatif dan kualitas rasa minyak goreng selama penggorengan.



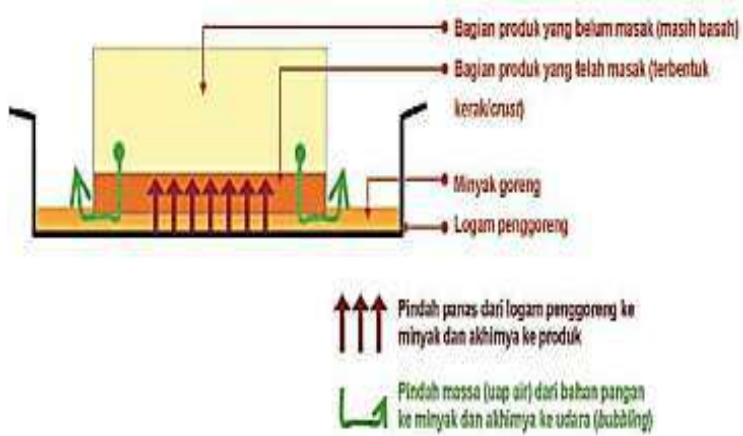
**Gambar 1.15 Perubahan Fisika dan Kimia Minyak saat Menggoreng Menggunakan Sistem *Deep Frying***

## ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

### **Metode *Sauté Frying/ Stir Frying***

Menggoreng dengan cara *Sauté frying/ Stir frying* membutuhkan minyak dalam jumlah sedikit sehingga pada akhir proses memasak tidak ada minyak sisa/tertinggal di dalam panci penggorengan. Biasanya metode ini dilakukan untuk menumis bumbu, sayuran, atau sejenisnya. Dalam metode (Gambar 1.16) bahan makanan yang digoreng akan mengalami kontak langsung dengan wajan atau *pan* penggorengan. Sehingga, konsekuensi menggunakan metode ini adalah pematangan dan pencokelatan pada makanan tidak merata di seluruh permukaan. Keunggulan dari metode ini adalah minyak hasil memasak tidak ada yang tersisa sehingga tidak ada minyak yang dapat dipakai ulang.

Keuntungan menggunakan metode tersebut lebih praktis, minyak yang diperlukan lebih sedikit sehingga waktu pemanasan minyak lebih pendek. Sedangkan kelemahannya adalah lebih sulit mengatur suhu minyak. Secara umum, *pan frying* lebih tepat digunakan apabila jumlah bahan pangan yang diolah sedikit dan berukuran kecil.



**Gambar 1.16 Skema Proses Metode *Sauté Frying/ Stir Frying***

## ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

### **Metode *Vacuum Frying***

Metode ketiga yang dapat dilakukan dalam proses penggorengan yaitu dengan cara *vacuum frying* di mana pada hasil akhir akan menghasilkan produk pangan dengan kandungan seperti protein, lemak, dan vitamin yang tetap terjaga nilai gizinya. Selain itu, metode penggorengan seperti ini dilakukan untuk menjaga hasil produk-produk makanan tidak mudah rusak di dalam penggorengan tetapi akan menghasilkan produk yang kering dan renyah, tanpa mengalami kerusakan nilai gizi dan rasa seperti yang terjadi pada penggorengan biasa.

Mesin *vacuum frying* mempunyai cara kerja yang sederhana, bahan makanan dimasukkan ke dalam mesin *vacuum frying* yang berisikan minyak goreng. Pemanasan minyak goreng diatur pada suhu rendah (85 - 90°C) pada tekanan 25 cmHg. Alasan dasar dilakukannya pada tekanan rendah yaitu agar penguapan yang terjadi di dalam mesin dapat berlangsung dengan cepat dan merata karena terdapat kesenjangan tekanan dan kelembaban yang besar antara bagian luar dan bagian dalam bahan. Kerusakan sensoris produk juga dapat ditekan karena pada kondisi vakum tidak membutuhkan suhu tinggi untuk penguapan air.

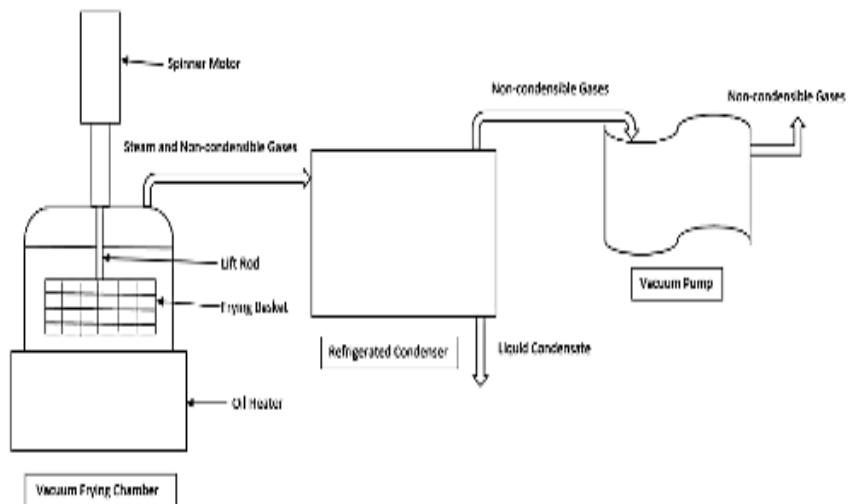
Keuntungan lain dari sistem penggorengan vakum adalah warna dan zat-zat nutrisi yang terkandung dalam bahan makanan tidak banyak mengalami perubahan karena proses penguapan air berlangsung pada suhu rendah.

Cara kerja dari mesin *vacuum frying* (Gambar 1.17) sangatlah mudah untuk dipraktikkan, bahan makanan yang dimasukkan ke dalam penggorengan yang akan digoreng secara *vacuum*. Penggorengan secara *vacuum* akan mengurangi kadar air di dalam bahan makanan menjadi lebih sedikit atau kering seperti keripik. Komponen-komponen penting dari mesin *vacuum frying* terdiri dari penggorengan *vacuum*, kondensator, pompa, *waterjet*, pemanas dan *waterbox*. Dalam proses penggorengannya lama waktu masak



### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

tergantung dari jenis dan karakteristik bahan makanan itu sendiri. Secara umum biasanya dalam proses ini berlangsung sekitar 1 - 1,5 jam tergantung dari jenis bahan baku yang diproduksi. Setiap bahan makanan memiliki karakteristik yang berbeda sehingga sulit untuk menetapkan berapa lama waktu yang diperlukan untuk menggoreng. Selain itu jangka waktu minyak goreng dalam metode ini dapat digunakan berulang-ulang hingga mencapai 200 kali penggorengan. Lama daya tahan hasil makanan/keripik yang dihasilkan mesin *vacuum frying* tergantung pula pada bentuk kemasannya, biasanya akan bertahan pada jangka waktu mencapai 6 bulan.



**Gambar 1.17 Diagram Alir Metode *Vacuum Frying***

Teknik menggoreng yang bervariasi tersebut tergantung pada jumlah lemak yang digunakan dan lama waktu memasak. Namun hal tersebut akan berpengaruh bila penggorengan berulang karena terjadi proses hidrolisis, oksidasi dan dekomposisi. Trigliserida yang terdapat dalam minyak goreng akan mulai tergradasi atau memecah ikatannya yang akan menjadi gliserol dan asam lemak bebas. Sehingga

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

masyarakat Indonesia perlu mengetahui cara menggunakan minyak goreng yang tepat agar terhindar dari dampak buruk akibat kesalahan dalam menggunakan minyak goreng. Berikut ini merupakan cara menggunakan minyak goreng yang tepat:

1. Lebih baik menggunakan minyak goreng kemasan daripada minyak goreng curah.

Peningkatan asam lemak jenuh pada minyak kelapa curah lebih tinggi dibandingkan minyak kelapa bermerek. Hal ini diduga disebabkan adanya antioksidan yang ditambahkan pada minyak kelapa yang bermerek sehingga kerusakan minyak dapat diperlambat.

Minyak goreng yang berbau tengik disebabkan oleh kandungan air yang mudah terhidrolisis sehingga pada minyak kemasan ditambahkan antioksidan. Antioksidan ditambahkan pada minyak untuk mencegah tengik yang merupakan hasil dari perubahan oksidatif.

2. Menambahkan antioksidan alami pada minyak goreng

Antioksidan yang biasa digunakan adalah Hidroksianisol Berbutil (BHA), Hidroksitoluena Berbutil (BHT). Hal ini menunjukkan bahwa penggunaan antioksidan tersebut tidak menimbulkan efek jangka panjang yang berbahaya. Namun penelitian lain melaporkan bahwa BHA pada tingkat diet yang sangat tinggi dapat menginduksi hiperplasia dan tumor dalam perut tikus. Namun penelitian lain menunjukkan penggunaan BHT dan BHA dapat memberikan perlindungan terhadap kanker.

Seiring dengan perkembangan, tingkat keawetan minyak goreng dapat dipertahankan dengan menggunakan bahan-bahan alami. Perlakuan dengan penambahan antioksidan alami yakni bubuk bawang merah dengan konsentrasi 0,1%, 0,2%, dan 0,3% menunjukkan penurunan bilangan peroksidasi dibandingkan kontrol negatif dan kontrol positif. Namun yang menunjukkan penurunan bilangan peroksidasi yang signifikan dari 33 perlakuan yang lain. Hal

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

ini disebabkan karena adanya penambahan antioksidan alami dengan konsentrasi 0,3%. Jadi dapat dikatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi bubuk bawang merah yang ditambahkan pada minyak maka bilangan peroksidasi minyak akan semakin menurun.

#### **3. Tidak menggunakan minyak goreng berkali-kali**

Minyak goreng yang pada dasarnya mengandung asam lemak tak jenuh akan menjadi asam lemak jenuh seiring dengan lama dan seringnya mengalami pemanasan. *Deep frying* adalah proses menggoreng dengan cara merendam bahan makanan ke dalam minyak goreng pada suhu 163-196°C. Pada suhu ini, ikatan rangkap pada asam lemak tidak jenuh menjadi rusak dan tinggal asam lemak jenuhnya saja sehingga risiko terhadap meningkatnya kolesterol darah semakin tinggi. Selain itu, vitamin yang larut dalam lemak (vitamin A, D, E, dan K) ikut rusak sehingga fungsi nutrisi dari minyak goreng menjadi jauh menurun, bahkan berpengaruh negatif dalam tubuh.

### **1.9. Penyimpanan Minyak Goreng yang Baik**

Banyak cara yang dapat dilakukan untuk menjaga kualitas minyak goreng agar tidak mudah teroksidasi oleh oksigen di udara. Penyimpanan minyak goreng yang baik dilakukan agar memiliki daya simpan cukup lama. Berikut cara-cara yang dapat dilakukan agar minyak goreng memiliki daya simpan yang lama.

#### **1. Menutup Rapat Botol Penyimpanan Minyak Goreng**

Salah satu penyebab ketengikan yang terjadi pada minyak yaitu adanya paparan oksigen yang berlebih. Hal ini disebabkan karena oksigen memiliki sifat yaitu sebagai katalisator dalam proses oksidasi. Sehingga, perlu adanya tempat penyimpanan seperti botol/wadah (Gambar 1.18) yang memiliki penutup agar dapat meminimalkan kadar oksigen yang masuk ke dalam botol. Berikut salah satu contoh tutup botol minyak goreng yang dapat digunakan.

## ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***



**Gambar 1.18 Tutup Botol Minyak Goreng**

### **2. Memilih Tempat Penyimpanan Berwarna Gelap.**

Tempat penyimpanan berwarna gelap dapat mempertahankan kualitas minyak itu sendiri. Hal ini disebabkan karena cahaya matahari dapat menurunkan kualitas minyak. Proses pemindahan minyak dari wajan ke botol/wadah juga dapat mempengaruhi kualitas minyak itu sendiri. Oleh karena itu, perlu digunakan corong untuk memindahkan minyak tersebut.

Tujuan utama dari pemindahan minyak menggunakan corong yaitu bukan hanya agar minyak tidak tumpah, tetapi juga untuk meminimalisirkan paparan cahaya pada proses pemindahan minyak. Tempat penyimpanan berwarna gelap (Gambar 1.19) yang dapat digunakan yaitu seperti botol cuka/anggur. Berikut contoh botol yang dapat digunakan untuk menyimpan minyak goreng.



**Gambar 1.19 Botol Minyak Goreng Berwarna Gelap**

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

#### 3. Memilih Penggunaan Botol Plastik Berstandar Sebagai Tempat Penyimpanan Minyak Goreng

Memilih tempat penyimpanan minyak goreng berbahan plastik perlu adanya tinjauan terhadap kualitasnya. Kenapa memilih botol minyak goreng berbahan plastik? Karena, plastik merupakan bahan pengemas serba guna selain bahan yang berbasis kertas, kayu, kaca. Selain itu, keuntungan dari penggunaan berbahan plastik sebagai berikut:

- a. Memiliki berat yang ringan.
- b. Aman dalam pembuatan dan pencetakannya.
- c. Karena memiliki berat ringan, tidak memerlukan transportasi khusus dan banyak.
- d. Tahan terhadap korosi.
- e. Aman digunakan untuk produk makanan.

Dari penjelasan di atas dapat diketahui alasan mengapa penggunaan plastik banyak digunakan sebagai wadah kemasan/ tempat penyimpanan minyak goreng. Jenis-jenis plastik yang dapat digunakan sebagai kemasan minyak goreng antara lain:

##### a. Plastik Poli Propilen

Sifat utama dari plastik poli propilen (PP) yaitu memiliki densitas yang rendah, bertekstur keras dan titik lunaknya tinggi. Keunggulan yang dimiliki plastik jenis ini adalah tahan terhadap minyak dan gesekan. Selain itu, permeabilitas terhadap  $O_2$ ,  $CO_2$  dan uap air lebih rendah daripada plastik jenis lain.

##### b. Plastik Poli Vinil Chlorida

Berbagai macam tingkatan kualitas yang dimiliki oleh bahan plastik Poli Vinil Chlorida (PVC). Salah satunya yang sering digunakan yaitu bahan yang memiliki nilai VCM = 0 atau bisa disebut PVC *food grade*. Kenapa dipilih jenis PVC *food grade*? Karena, sifat bahannya tidak membahayakan kesehatan manusia serta tahan terhadap asam dan alkali. Selain itu, sifat lain yang dimiliki plastik PVC *food grade* adalah memiliki permeabilitas

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

gas lebih rendah, sehingga dapat melindungi minyak terhadap ketengikan.

c. Plastik polyethylene therephtalate

Plastik PETP atau biasa disebut polyethylene therephtalate memiliki densitas sekitar 1,35–1,39. Sifat lainnya yang dimiliki plastik jenis ini adalah tahan terhadap penetrasi serangga dan apabila dibakar tidak mengeluarkan gas beracun. Plastik jenis PETP tahan terhadap suhu, memiliki kuat tarik yang tinggi serta sifat perlindungan dan pertahanan bahannya sama dengan polymide.

d. Plastik *High Density Poly Ethylene* Plastik *High Density Poly Ethylene* (HDPE) jenis ini biasanya disajikan dalam bentuk jerigen. Plastik jenis ini memiliki sifat translusens dan sedikit seperti lilin di mana memiliki permeabilitas lebih rendah dan tahan terhadap bahan berbasis kimia, minyak serta lemak,

Sifat mekanik yang dimiliki plastik jenis ini adalah tahan terhadap temperatur rendah dan tinggi terutama yang bertempat tinggal di daerah tropis.



**Gambar 1.20 Tempat Penyimpanan Berjenis Plastik HDPE**

Dari penjelasan di atas dapat disimpulkan bahwa alasan dasar mengapa perlu diperhatikan dalam pemilihan plastik kemasan minyak goreng agar kualitasnya dapat terjaga.

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Pemilihan kemasan bergantung pada kebutuhan yang diinginkan, parameter apa yang ingin dipertahankan untuk menjaga kualitas minyak goreng itu sendiri.

#### **4. Menyimpan Minyak di Tempat yang Sejuk**

Perubahan suhu dapat menurunkan kualitas minyak goreng itu sendiri di mana pada akhirnya akan menjadi tengik. Suhu yang dimaksud adalah jika menaruh pada tempat panas atau tempat dingin seperti kulkas. Hal ini disebabkan karena jika menyimpan pada suhu kamar sampai 100°C, setiap satu ikatan tidak jenuh dapat mengabsorpsi dua atom oksigen sehingga terbentuk persenyawaan peroksida yang bersifat labil. Pembentukan peroksida ini dipercepat oleh adanya cahaya, suasana asam, kelembaban udara dan katalis di mana pada akhirnya minyak goreng akan menjadi tengik. Hal ini berbeda jika menyimpan pada tempat dingin maka minyak akan menjadi lebih kental dan berembun sehingga dapat menurunkan kualitas minyak goreng tersebut. Tempat penyimpanan minyak goreng yang dapat dihindari seperti:

- a. Di pojok jendela, karena mudah terpapar sinar matahari.
- b. Lemari bagian atas kompor, karena dapat terkontak langsung dari panas yang dihasilkan kompor.
- c. Bagian belakang kompor.
- d. Di dalam kulkas/lemari es, karena suhu rendah dapat mempengaruhi kualitas minyak.
- e. Dekat peralatan panas, seperti ceret, pemanggangan, oven yang dapat mempengaruhi kualitas minyak goreng itu sendiri.

# BAB II

## STANDAR MUTU MINYAK GORENG

### 2.1. Standar Mutu Minyak Goreng

Minyak goreng yang baik adalah minyak goreng yang tidak berbau dan enak rasanya, jernih dan disukai warnanya, serta stabil pada cahaya dan tahan terhadap panas. Standar mutu minyak goreng ditentukan oleh titik asapnya di mana diukur dari suhu pemanasan minyak sampai terbentuk akrolein yang tidak diinginkan atau bisa disebut aldehida tidak jenuh.

Derajat pengukurannya yaitu makin tinggi titik asap, makin baik mutu minyak goreng tersebut. Titik asap suatu minyak goreng tergantung dari kadar gliserol bebas. Minyak yang telah digunakan untuk menggoreng bahan makanan memiliki titik asap yang rendah. Hal ini terjadi karena minyak goreng yang telah digunakan sudah terjadi reaksi hidrolisis molekul lemak yaitu komponen asam lemak penyusunnya, yakni golongan asam lemak jenuh atau tidak jenuh. Asam lemak tidak jenuh mengandung ikatan rangkap. Sebaliknya, asam lemak jenuh tidak mempunyai ikatan rangkap. Asam lemak yang memiliki semakin banyak ikatan rangkap akan semakin reaktif terhadap oksigen sehingga cenderung mudah teroksidasi. Sementara itu, asam lemak yang rantainya dominan mengandung ikatan tunggal cenderung lebih mudah terhidrolisis. Kedua proses kerusakan tersebut dapat menurunkan kualitas minyak. Oleh karena itu untuk menekan terjadinya hidrolisis, pemanasan minyak sebaiknya dilakukan pada suhu yang tidak terlalu tinggi.

Kerusakan minyak yang utama adalah karena proses oksidasi, yang akan menghasilkan peroksida dan aldehida. Kualitas minyak



### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

goreng yang telah menurun ditandai dengan pecahnya trigliserida menjadi komponen volatil dan non volatil yang larut dalam minyak, dan akan mempengaruhi bau dan cita rasa makanan yang digoreng dalam minyak tersebut. Selama penggorengan, minyak akan mengalami oksidasi menjadi senyawa antara peroksida yang tidak stabil. Selain itu, kadar air yang ada pada bahan akan menghidrolisis minyak goreng menghasilkan asam lemak bebas.

Penggorengan lebih lanjut akan mengubah sebagian peroksida dan asam lemak bebas dengan rantai karbon yang pendek menjadi berbagai senyawa *Volatile Decomposition Products* (VDP), sedangkan beberapa senyawa peroksida yang lain bereaksi mengalami reaksi menjadi senyawa konjugasi dan polimer atau menjadi senyawa *Non-Volatile Decomposition Products* (NVDP). Terbentuknya VDP dan NVDP selama penggorengan menyebabkan terjadinya perubahan fisik dan kimia pada minyak goreng dan makanan gorengan. Senyawa VDP merupakan komponen yang mudah menguap sehingga komponen ini berpengaruh terhadap titik asap minyak goreng. Sementara itu NVDP komponen *non-volatile* yang mengandung senyawa konjugasi akan tetap berada dalam minyak goreng.

Kualitas minyak goreng tidak hanya dilihat dari kandungan asam lemak bebasnya saja namun dapat juga dilihat dari jumlah kadar air yang terkandung di dalam minyak tersebut. Hal ini dikarenakan adanya air dalam minyak juga dapat memicu reaksi hidrolis yang dapat menurunkan kualitas minyak. Semakin banyak kadar air yang ada pada minyak maka semakin rendah kualitas minyak tersebut.

Reaksi penting lain adalah hidrogenasi, yaitu penjenuhan ikatan rangkap oleh hidrogen. Rantai asam lemak, yang mengandung sedikitnya satu ikatan rangkap, akan membentuk isomer geometris. Sebagian besar asam lemak tidak jenuh dalam bentuk isomer *cis* yang bersifat tidak stabil, sedang isomer *trans* bersifat lebih stabil. Proses hidrogenasi lebih mudah terjadi pada bentuk *cis* dibandingkan bentuk *trans*. Minyak yang mempunyai ikatan rangkap berbentuk cair dan

## ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

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.

Kualitas minyak yang lain adalah kemampuan minyak untuk tidak terurai pada suhu tinggi. Minyak kelapa dan sawit mempunyai ikatan jenuh paling banyak dibandingkan dengan minyak yang lain. Minyak ini lebih stabil terhadap pengaruh pemanasan dan oksidasi karena mempunyai banyak ikatan rangkap. Omega 9 atau asam oleat adalah bagian dari minyak yang berbentuk cair yang disebut olein. Omega 9 memiliki ikatan rangkap dan mempunyai pengaruh positif terhadap kesehatan, tetapi akan menjadi tidak bermanfaat apabila dipanasi. Oleh karena itu, apabila ingin mendapatkan manfaat dari minyak goreng yang mengandung omega 9 sebaiknya langsung diminum bukan untuk menggoreng. Kandungan asam lemak bebas (*free fatty acid*, FFA) dalam minyak juga merupakan ukuran kualitas minyak. FFA dinyatakan dengan bilangan asam atau angka asam.

### **2.2. Struktur Lemak dan Minyak**

Lemak dan minyak-lemak merupakan bahan yang diperoleh dari tumbuhan atau binatang dan terutama terdiri atas trigliserida-trigliserida asam-asam lemak. Pada sekelompok asam lemak berderajat kejenuhan/ke-tak-jenuhan sama, makin panjang rantai karbon, makin tinggi titik leleh asamnya.

Titik leleh asam lemak tak jenuh jauh lebih rendah daripada asam lemak jenuh padanannya. Makin banyak ikatan rangkap dalam rantai karbonnya, makin rendah titik leleh asam lemak. Pada suhu kamar asam-asam lemak jenuh paling lazim (C12:0–C18:0) berwujud padat. Sedangkan asam-asam lemak tak jenuh paling umum (oleat, linoleat, linolenat, palmitoleat) berwujud cair. Titik leleh berbagai macam asam-asam lemak jenuh disajikan pada Tabel 2.1. Titik leleh berbagai macam asam-asam lemak tak-jenuh disajikan pada Tabel 2.2.

**Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng**

Terkait dengan perlu diketahuinya kualitas minyak maka minyak harus diuji dengan beberapa macam pengujian secara kimia. Uji ini berdasar pada penetapan bagian tertentu dari komponen kimia minyak, antara lain penetapan bilangan peroksida, bilangan penyabunan, bilangan iod, dan bilangan asam, Ada juga cara uji secara fisika seperti bobot jenis, titik cair, indeks bias, dan kadar air dalam minyak.

**Tabel 2.1 Titik Leleh Berbagai Asam Lemak Jenuh**

Nama umum	Nama sistematis	"Sandi"	R. molekul	M <sub>r</sub>	T <sub>leleh</sub> °C
A. kaproat	A. heksanoat	C6:0	C <sub>6</sub> H <sub>12</sub> O <sub>2</sub>	116,16	-3,4
A. kaprilat	A. oktanoat	C8:0	C <sub>8</sub> H <sub>16</sub> O <sub>2</sub>	144,21	16,7
A. kaprat	A. deksanoat	C10:0	C <sub>10</sub> H <sub>20</sub> O <sub>2</sub>	172,27	31,6
A. laurat	A. dodekanoat	C12:0	C <sub>12</sub> H <sub>24</sub> O <sub>2</sub>	200,32	44,2
A. miristat	A. tetradekanoat	C14:0	C <sub>14</sub> H <sub>28</sub> O <sub>2</sub>	228,38	53,9
A. palmitat	A. heksadekanoat	C16:0	C <sub>16</sub> H <sub>32</sub> O <sub>2</sub>	256,38	63,1
A. stearat	A. oktadekanoat	C18:0	C <sub>18</sub> H <sub>36</sub> O <sub>2</sub>	284,48	69,6
A. arakhidat	A. eikosanoat	C20:0	C <sub>20</sub> H <sub>40</sub> O <sub>2</sub>	312,54	75,3
A. behenat	A. dokosanoat	C22:0	C <sub>22</sub> H <sub>44</sub> O <sub>2</sub>	340,59	79,9
A. lignoserat	A. tetrakosanoat	C24:0	C <sub>24</sub> H <sub>48</sub> O <sub>2</sub>	368,65	84,2
A. serotat	A. heksakosanoat	C26:0	C <sub>26</sub> H <sub>52</sub> O <sub>2</sub>	396,70	87,7

**Tabel 2.2 Titik Leleh Berbagai Asam Lemak Tak Jenuh**

Nama umum	Nama sistematis	"Sandi"	T <sub>leleh</sub> °C
Palmitleat	<i>cis</i> -9-Heksadekenoat	C16:1	0,5
Oleat	<i>cis</i> -9-Oktadekenoat	C18:1(9c)	16,3
Elaidat	<i>trans</i> -9-Oktadekenoat	C18:1(9t)	45,0
Linoleat	<i>cis,cis</i> -9,12-Oktadekenoat	C18:2(1c,12c)	-5,0
Linolenat	<i>cis,cis,cis</i> -9,12,15-Oktadekatrienoat	C18:3(9c,12c,15c)	-11

### **Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng**

Nama umum	Nama sistematis	"Sandi"	T <sub>leleh</sub> °C
Gasleat	<i>cis</i> -9-Eikosenoat	C20:1(9c)	24,3
Arakidonat	5,8,11,14-Eikosatetraenoat	C20:4(5,8,11,14)	-49,5
Erusat	<i>cis</i> -13-Dokosenoat	C22:1(13c)	34,7
Klupanadonat	4,8,12,15,19-Dokosapentaenoat	C22:5(4,8,12,15,19)	-78
Risinoleat	<i>cis</i> -12-Indoksioktadeka-9-enoat	-	5,5
Sterkulat	8-(3- <i>n</i> -alkilbikloprop-1-enil)-oktanoat	-	18,2

Standar mutu kualitas minyak goreng telah ditentukan oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN) yaitu melalui SNI 01-3741-2013. Parameter standar Mutu kelayakan minyak goreng dapat dilihat pada Tabel. 2.3.

**Tabel 2.3 Standar Mutu Minyak Goreng**

No	Kriteria Uji	Satuan	Syarat
1	Keadaan Bau Warna	- -	Normal Normal
2	Kadar air dan bahan menguap	%(b/b)	Maks. 0,15
3	Bilangan asam	mg KOH/g	Maks. 0,6
4	Bilangan peroksida	mek O <sub>2</sub> /kg	Maks. 10
5	Minyak pelican	-	Negatif
6	Asam linolenat (C18:3) dalam komposisi asam lemak minyak	%	Maks. 2
7	Cemaran logam Kadmium (Cd) Timbal (Pb) Timah (Sn) Merkuri (Hg)	mg/kg mg/kg mg/kg mg/kg	Maks. 0,2 Maks. 0,1 Maks. 40,0/250,0* Maks. 0,05
8	Cemaran arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,1
<b>Catatan:</b>			
- pengambilan contoh dalam bentuk kemasan di pabrik			
- *dalam kemasan kaleng			

### **2.3. Faktor Penentu Kualitas Minyak**

Berikut ini faktor penentu kualitas minyak, terdiri angka asam, angka penyabunan, angka peroksida, dan angka ester

#### **1. Bilangan asam**

Bilangan asam dinyatakan sebagai jumlah miligram KOH yang diperlukan untuk menetralkan asam lemak bebas yang terdapat dalam 1 gram minyak atau lemak. Angka asam yang besar menunjukkan asam lemak bebas yang besar yang berasal dari hidrolisis minyak ataupun karena proses pengolahan yang kurang baik. Makin tinggi angka asam makin rendah kualitasnya. Menurut Standar Nasional Industri (SNI) dengan nomor 01-3741-1995, syarat mutu minyak goreng dihitung sebagai asam larut (asam lemak bebas) yaitu maksimal 0,3 %.

#### **2. Angka peroksida**

Kerusakan minyak atau lemak yang utama adalah karena peristiwa oksidasi dan hidrolisis, baik enzimatis maupun non enzimatis. Di antara kerusakan minyak yang mungkin terjadi ternyata kerusakan karena autoksidasi yang paling besar pengaruhnya terhadap cita rasa. Hasil yang diakibatkan oksidasi lemak antara lain: peroksida, asam lemak, aldehid dan keton. Bau tengik atau ransid terutama disebabkan oleh keton. Angka peroksida dinyatakan sebagai miliequivalen peroksida tiap kilogram minyak. Angka peroksida yang ditetapkan untuk minyak goreng menurut SNI 01-3741-1995 maksimal adalah 2 mek/kg.

#### **3. Angka Penyabunan**

Angka penyabunan adalah angka yang menunjukkan jumlah miligram KOH yang dibutuhkan untuk menyabunkan 1 gram minyak. Besarnya angka penyabunan tergantung dari massa molekul minyak, semakin besar massa molekul semakin rendah angka penyabunannya. Menurut SNI 01-3741-1995 kualitas minyak goreng yang baik dapat dilihat dari angka penyabunan yaitu 196-206 mg KOH/g.

## ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

### **4. Angka Ester**

Angka ester menunjukkan jumlah asam organik yang bersenyawa sebagai ester. Angka ester dapat dihitung dari selisih angka penyabunan dengan angka asam.

## **2.4. Pengujian Kualitas Minyak Goreng**

Pengujian minyak goreng dilakukan berdasarkan uji organoleptik dan dilanjutkan uji kimia. Tahapan yang dilakukan untuk uji organoleptik dan uji kimia.

### **Tahapan uji Organoleptik**

1. Persiapan bahan, membuka kemasan sampel minyak goreng yang akan dilakukan pengujian. Menuangkan minyak goreng secukupnya pada wadah botol yang bersih dan kering.
2. Pengujian bau, pengujian dilakukan oleh panelis yang terlatih dengan indra penciuman untuk pengujian organoleptik. Sampel uji dituang pada gelas arloji yang bersih dan kering, kemudian cium sampel untuk mengetahui baunya. Lakukan pengujian ini minimal oleh 3 panelis yang terlatih atau 1 orang tenaga ahli. Jika tercium bau khas minyak goreng, maka hasil dinyatakan “normal” dan jika tercium selain bau khas minyak goreng, maka hasil dinyatakan “tidak normal”.
3. Pengujian warna, pengujian dilakukan oleh panelis yang terlatih dengan indra penglihatan untuk pengujian organoleptik. Sampel uji dituang pada gelas arloji yang bersih dan kering, kemudian amati sampel untuk mengetahui warnanya. Lakukan pengujian ini minimal oleh 3 panelis yang terlatih atau 1 orang tenaga ahli. Jika terlihat warna kuning hingga kuning pucat atau warna lain sesuai dengan jenis minyaknya, maka hasil dinyatakan “normal” dan jika terlihat warna lain selain warna kuning hingga kuning pucat atau warna lain sesuai dengan jenis minyaknya, maka hasil dinyatakan “tidak normal”.

## ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

### **Tahapan uji kimia**

Tahapan ini antara lain:

#### Pengujian Kadar Air

1. Persiapan bahan, membuka kemasan sampel minyak goreng yang akan dilakukan pengujian. Menuangkan minyak goreng sebanyak 250 gram–500 gram pada wadah botol yang bersih dan kering.
2. Pengujian kadar air dan bahan menguap, kadar air dan bahan menguap dihitung berdasarkan bobot yang hilang selama pemanasan dalam oven pada suhu  $(130 \pm 1)^\circ\text{C}$ . Peralatan yang digunakan antara lain:
  - a. Oven kalibrasi dengan ketelitian  $1^\circ\text{C}$
  - b. Neraca analitik terkalibrasi dengan ketelitian 0,1 mg
  - c. Desikator yang berisi desikan
  - d. Pinggan aluminium bertutup diameter 50 mm, tinggi 20 mm

Cara kerja:

- a. Panaskan pinggan beserta tutupnya dalam oven pada suhu  $(130 \pm 1)^\circ\text{C}$  selama kurang lebih 30 menit dan dinginkan dalam desikator selama 20 menit–30 menit, kemudian timbang dengan neraca analitik ( $W_0$ )
- b. Masukkan 5 gram sampel ke dalam pinggan, tutup, dan timbang ( $W_1$ )
- c. Panaskan pinggan yang berisi sampel tersebut dalam keadaan terbuka dengan meletakkan tutup pinggan di samping pinggan di dalam oven pada suhu  $(130 \pm 1)^\circ\text{C}$  selama 30 menit
- d. Tutup pinggan ketika masih di dalam oven, pindahkan segera ke dalam desikator dan dinginkan selama 20 menit–30 menit sehingga suhunya sama dengan suhu ruang kemudian timbang ( $W_2$ )
- e. Lakukan pekerjaan (3) dan (4) hingga diperoleh bobot tetap
- f. Hitung kadar air dan bahan menguap dalam sampel

## ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Perhitungan

$$\text{Kadar air dan bahan menguap (\%)} = \frac{W_1 - W_2}{W_1 - W_0} \times 100\%$$

Keterangan:

$W_0$  adalah bobot piringan kosong dan tutupnya (gram)

$W_1$  adalah bobot piringan, tutupnya dan contoh sebelum dikeringkan (gram)

$W_2$  adalah bobot piringan, tutupnya dan contoh setelah dikeringkan (gram)

Ketelitian, kisaran hasil dua kali ulangan maksimal 10% dari nilai rata-rata hasil kadar air dan bahan menguap. Jika kisaran lebih besar dari 10%, maka uji harus diulang kembali.

### Pengujian Bilangan Asam

Pengujian Bilangan Asam, pelarutan sampel dalam pelarut organik dan dinetralkan dengan larutan basa (Kalium Hidroksida atau Natrium Hidroksida). Peralatan yang digunakan antara lain:

1. Neraca analitik terkalibrasi dengan ketelitian 0,1 mg
2. Buret 10 mL atau 50 mL, terkalibrasi
3. Erlenmeyer 250 mL
4. Pereaksi:
  - a. Etanol 95% netral, etanol 95% ditambah dengan beberapa tetes indikator fenolftalein dan di titar dengan NaOH 0,1 N sampai terbentuk warna merah muda
  - b. Indikator fenolftalein (pp) 1% dalam etanol 95%, larutkan 1,0 gram fenolftalein dengan etanol 95% ke dalam labu ukur 100 mL kemudian tempatkan sampai tanda garis
  - c. Larutan standarisasi Kalium Hidroksida (KOH) 0,1 N atau Natrium Hidroksida (NaOH) 0,1 N.



### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Cara kerja:

1. Timbang 10 gram sampai 50 g sampel (W) ke dalam Erlenmeyer 250 mL
2. Larutkan dengan 50 mL etanol hangat dan tambahkan 5 tetes larutan fenolftalein sebagai indikator
3. Titrasi larutan tersebut dengan KOH atau NaOH 0,1 N (N) sampai terbentuk warna merah muda. (warna merah muda bertahan selama 30 detik)
4. Lakukan pengadukan dengan cara menggoyangkan Erlenmeyer selama titrasi
5. Catat volume larutan KOH atau NaOH yang diperlukan (V)

Perhitungan

$$\text{Bilangan asam (mg KOH/gram)} = \frac{56,1 \times V \times N}{W}$$

Keterangan:

V adalah volume larutan KOH atau NaOH yang diperlukan (mL)

N adalah normalitas larutan KOH atau NaOH (N)

W adalah bibit sampel yang diuji (gram)

Ketelitian, kisaran hasil dua kali ulangan maksimal 10% dari nilai rata-rata hasil bilangan asam dan bahan menguap. Jika kisaran lebih besar dari 10%, maka uji harus diulang kembali.

#### Pengujian Bilangan Peroksida

Pada pengujian Bilangan Peroksida, kalium iodida yang ditambahkan berlebih ke dalam contoh akan bereaksi dengan peroksida yang ada pada lemak atau minyak. Banyaknya iod yang dibebaskan dititrasi dengan larutan standar tio sulfat menggunakan indikator kanji. Peralatan yang diperlukan antara lain:

1. Neraca analitik terkalibrasi dengan ketelitian minimal 0,1 mg
2. Erlenmeyer 250 mL bertutup
3. Pipet gondok 25 mL terkalibrasi

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

4. Labu takar 100 mL terkalibrasi
5. Pipet volume 1 mL
6. Perekasi
  - a. Larutan asam asetat-isooktan, buat campuran asam asetat glasial dan isooktan 3:2 (v/v)
  - b. Larutan kalium iodida jenuh, larutkan kalium iodida p.a dalam air suling yang baru mendidih hingga kondisi jenuh (adanya kristal KI yang tidak larut). Larutan ini harus disiapkan setiap kali akan melakukan pengujian
  - c. Larutan standar natrium tiosulfat 0,1 N, ditimbang 24,9 g natrium tiosulfat kemudian larutkan dengan air suling bebas CO<sub>2</sub> dalam gelas piala. Masukkan ke dalam labu ukur 1 L kemudian tera dan impitkan, tetapkan normalitas larutan tersebut
  - d. Penetapan larutan standar natrium tiosulfat 0,1 N
    - 1) timbang 0,05 sampai dengan 0,1 gram kalium iodat (KIO<sub>3</sub>) kering, larutkan ke dalam Erlenmeyer 250 mL dengan air suling sebanyak 50 mL, tambahkan 10 mL kalium iodide 20% dan 2,5 mL HCl 4 N, iod yang dibebaskan dititae dengan natrium tiosulfat 0,1 N yang akan distandarisasi sampai larutan berwarna kuning, tambahkan 2 sampai 3 mL larutan kanji 1 % dan titrasi dilanjutkan sampai warna biru hilang. Kerjakan duplo.  
Hitung normalitas natrium tiosulfat sampai 4 desimal dengan menggunakan rumus:

$$N \text{ (g ek/L)} = \frac{W}{V \times E_q}$$

Keterangan:

N adalah normalitas natrium tiosulfat (g ek/L)

W adalah bubuk kalium iodat (mg)

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

V adalah volume larutan natrium tiosulfat yang digunakan untuk titrasi (mL)

Eq adalah berat ekuivalen dari kalium iodat

- 2) timbang 0,16 sampai 0,22 g kalium dikromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) yang sudah dihaluskan dan dikeringkan (pada suhu  $110C^\circ$ ) ke dalam Erlenmeyer 500 mL, dan larutkan dengan 25 mL air suling. Tambahkan 5 mL HCl pekat dan 20 mL larutan kalium iodide jenuh kemudian diaduk. Titar dengan natrium tiosulfat 0,1 N yang akan distandardisasi sampai warna kuning larutan hampir hilang. Tambahkan 1 sampai dengan 2 mL larutan kanji 1% dan titrasi dilanjutkan sampai warna biru hilang. Kerjakan duplo.

$$N = \frac{20,394 \times W}{V}$$

Keterangan:

N adalah konsentrasi natrium tiosulfat (Normalitas)

W adalah bobot kalium dikromat (mg)

V adalah volume larutan natrium tiosulfat yang digunakan untuk titrasi (mL)

20,394 adalah konstanta

- 3) Apabila perbedaan hasil di antara dua penetapan lebih dari 0,0004 maka lakukan triplo.
- e. Larutan standar natrium tiosulfat 0,01 N, lakukan pengenceran larutan standar natrium tiosulfat 0,1 N untuk mendapatkan konsentrasi 0,01 N
- f. Indikator larutan kanji 1%, 1 gram serbuk kanji dididihkan dengan 100 mL air suling dalam gelas piala

Cara kerja:

1. Timbang dengan teliti ( $5 \pm 0,05$ ) gram sampel (W) ke dalam Erlenmeyer asah 250 mL yang kering

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

2. Tambahkan 50 mL larutan asam asetat glasial-isooktan, tutup Erlenmeyer dan aduk hingga larutan homogen
3. Tambahkan 0,5 mL larutan kalium iodida jenuh dengan menggunakan pipet ukur, kemudian kocok selama 1 menit
4. Tambahkan 30 mL air suling kemudian tutup Erlenmeyer dengan segera. Kocok dan titar dengan larutan natrium tiosulfat 0,1 N hingga warna kuning hampir hilang, kemudian tambahkan indikator kanji 0,5 mL dan lanjutkan penitaran, kocok kuat untuk melepaskan semua iod dari lapisan pelarut hingga warna biru hilang
5. Lakukan penetapan duplo
6. Lakukan penetapan blangko
7. Hitung bilangan peroksida dalam sampel

Perhitungan:

Bilangan peroksida dinyatakan sebagai miliekivalen O<sub>2</sub> per kg lemak yang dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Bilangan peroksida (mek O}_2\text{/kg)} = \frac{1.000 \times N \times (V_0 - V_1)}{W}$$

Keterangan:

N adalah normalitas larutan standar natrium tiosulfat 0,01 N (N)

V<sub>0</sub> adalah volume larutan natrium tiosulfat 0,1 N yang diperlukan pada penitaran sampel (mL)

V<sub>1</sub> adalah volume larutan natrium tiosulfat 0,1 N yang diperlukan pada penitaran blangko (mL)

W adalah bobot sampel (g)

#### Pengujian Minyak Pelikan

Pada pengujian Minyak Pelikan, minyak mineral bersifat tidak dapat disabunkan dalam larutan basa alkohol-air. Peralatan yang diperlukan antara lain:

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

1. Erlenmeyer
2. Penangas air
3. Pendingin tegak
4. Pipet
5. Pereaksi
  - a. Etanol 95%
  - b. Larutan KOH 0,5 N dalam etanol

Cara kerja:

1. Ambil dengan saksama 1 mL sampel dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer, kemudian tambahkan 1 mL KOH 0,5 N dan 25 mL etanol 95%, didihkan dengan menggunakan pendingin tegak, kocok sekali-kali hingga terbentuk penyabunan ( $\pm$  5 menit)
2. Tambahkan 25 mL air, jika larutan menjadi keruh menandakan adanya minyak pelikan.  
Jika larutan menjadi keruh, maka hasil dinyatakan “positif”, dan jika larutan tidak menjadi keruh, maka hasil dinyatakan “negatif”.

### **Pengujian Asam Lemak Linolenat**

Pengujian Asam Lemak Linolenat (C18:3), penentuan komposisi asam lemak dalam minyak dengan cara pemisahan masing-masing komponen secara gas kromatografi dengan menggunakan FID *detector*. Peralatan yang digunakan antara lain:

1. Kromatografi gas dengan *detector* nyala api (FID) dan integrator
2. Kolom kapiler INNOWAX dengan: isi *biscynopropil polysiloxane* dengan ketebalan lapisan 0,2  $\mu$ m, panjang 30 m, dan diameter 0,25  $\mu$ m *fused silica*
3. Timbangan analitik
4. Pipet ukur 1 mL dan 5 mL
5. *Pear shape glass* (botol sampel)
6. *Syringe* 10  $\mu$ L
7. Vial tertutup

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

8. Pipet tetes
9. Kertas saring Whatman no. 41
10. Pereaksi
  - a. N-heptan/n-heksan khusus untuk kromatografi gas
  - b. KOH 2 N dalam methanol, timbang 11,2 gram KOH dan larutkan sampai 100 mL dengan methanol
  - c. Pereaksi BF<sub>3</sub>-methanol
  - d. Natrium klorida (NaCl) jenuh dalam air, larutkan NaCl ke dalam 100 mL air, aduk hingga larut. Lakukan penambahan NaCl berulang-ulang hingga larutan tidak dapat melarutkan lagi NaCl
  - e. Petroleum eter 40°C-60°C
  - f. Natrium sulfat (Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>)-anhidrat, panaskan pada suhu 100°C selama 1 jam
  - g. Standar *mixed* asam lemak
  - h. Larutan indikator MM-1% dalam alkohol 60%

#### Prosedur

Suhu detektor : 250°C

Suhu injektor : 200°C

Suhu oven : disesuaikan dengan Tabel 2.4

**Tabel 2.4 Suhu Oven untuk Pengujian Kandungan Asam Linolenat**

<b>Laju pemanas (°C/ menit)</b>	<b>Suhu (°C)</b>
0	100,00
3,00	150,00
3,00	250,00
0,00	0,0

Suhu FID : 250°C

Gas pembawa : Helium

Kecepatan alir : 30 mL/menit

Gas pembakar : udara tekan dan hidrogen

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Persiapan sampel cara 1

Penimbangan sampel jumlahnya tidak ditentukan, tetapi perlu diketahui untuk menentukan ukuran labu dan jumlah yang akan digunakan seperti Tabel 2.5.

**Tabel 2.5 Hubungan antara Berat Sampel dan Volume NaOH dan BF<sub>3</sub>**

<b>Sampel (mg)</b>	<b>Kapasitas labu (mL)</b>	<b>NaOH 0,5 N (mL)</b>	<b>BF<sub>3</sub>-methanol (mL)</b>
100-250	50	4	5
250-500	50	6	7
500-750	125	8	9
750-1000	125	10	12

1. Timbang sampel, masukkan ke dalam labu didih 250 mL
2. Tambahkan pereaksi NaOH 0,5 N-methanol dan BF<sub>3</sub>-metanol sesuai tabel di atas, kemudian didihkan di atas penangas air selama 2 menit dengan kondensor atau pendingin tegak (pendingin bola atau pendingin spiral).
3. Tambahkan 5 mL Heptan melalui kondensor, kemudian didihkan kembali selama 1 menit, lepaskan labu didih dari kondensor, kemudian pada saat masih hangat tambahkan 30 mL larutan NaCl jenuh, labu didih ditutup dan larutan digoyangkan dengan hati-hati selama 1 menit. Penambahan larutan NaCl jenuh harus cukup untuk mendapatkan proses pemisahan yang sempurna
4. Masukkan larutan ke dalam labu kocok, tambahkan 50 mL petroleum eter kemudian kocok selama 3 menit
5. Lakukan penambahan petroleum eter dengan penambahan 3x50 mL
6. Pisahkan lapisan bagian atas (larutan petroleum yang mengandung asam lemak), dan cuci larutan petroleum eter dengan air suling hingga bebas basa

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

7. Masukkan larutan petroleum eter yang mengandung metal ester ke dalam labu didih berdasar bulat, kemudian uapkan larutan dengan vakum evaporator hingga kering
8. Larutkan residu dengan 1 mL petroleum eter
9. Larutan siap untuk diinjeksikan ke dalam alat KG

Persiapan sampel cara 2 (Bilangan asam <2)

1. Panaskan sampel minyak sampai cair, lalu saring dengan kertas saring Whatman no. 41
2. Timbang dengan teliti 0,2 gram contoh dalam botol contoh
3. Tambahkan 5 mL n-heptana/n-heksan, kocok hingga contoh larut sempurna
4. Tambahkan 0,2 mL KOH 2 N dalam metanol, tutup botol contoh, lalu kocok selama 1 menit
5. Diamkan selama kurang lebih 30 menit hingga terbentuk 2 lapisan yang terpisah
6. Ambil dengan *syringe* lapisan bagian atas sebanyak 1  $\mu$ L, kemudian injeksikan sampel tersebut ke dalam kromatograf gas sesudah dikondisikan.

Cara perhitungan dilakukan berdasarkan % luas puncak

#### Pengujian Cemaran Logam (Cd, Pb, Sn, Hg).

**Kadmium (Cd)** dan **timbal (Pb)**, destruksi sampel dengan cara penggabungan kering pada suhu 450°C yang dilanjutkan dengan pelarutan dalam larutan asam. Logam yang terlarut dihitung menggunakan alat Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) dengan panjang gelombang maksimal 228,8 nm untuk Cd dan 283,3 nm untuk Pb. Peralatan yang digunakan antara lain:

1. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) beserta kelengkapannya (lampu katoda Cd dan Pb) terkalibrasi (sebaiknya menggunakan SSA tungku grafit)
2. Tanur terkalibrasi dengan ketelitian 1°C
3. Neraca analitik terkalibrasi dengan ketelitian 0,1 mg



***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

4. Pemanas listrik
5. Penangas air
6. Pipet ukur berskala 0,05 mL atau mikro buret terkalibrasi
7. Labu ukur 1.000 mL, 100 mL, dan 50 mL terkalibrasi
8. Gelas ukur 10 mL
9. Gelas piala 250 mL
10. Botol polipropilen
11. Cawan porselen/platina/kuarsa 50 mL sampai dengan 100 mL
12. Kertas saring tidak berabu dengan spesifikasi *particle retention liquid* 20  $\mu\text{m}$  sampai dengan 25  $\mu\text{m}$
13. Pereksi:
  - a. Asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) pekat
  - b. Asam klorida ( $\text{HCl}$ ) pekat
  - c. Larutan asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) 0,1 N, encerkan 7 mL  $\text{HNO}_3$  pekat dengan aquabides dalam labu ukur 1.000 mL sampai tanda garis
  - d. Larutan asam klorida ( $\text{HCl}$ ) 6 N, encerkan 500 mL  $\text{HCl}$  pekat dengan aquabides dalam labu ukur 1.000 mL sampai tanda garis
  - e. Larutan baku 1.000  $\mu\text{g}/\text{mL}$  Cd, larutkan 1.000 gram Cd dengan 7 mL  $\text{HNO}_3$  pekat dalam gelas piala 250 mL dan masukkan ke dalam labu ukur 1.000 mL kemudian encerkan dengan aquabides sampai tanda garis, atau bisa digunakan larutan baku Cd 1.000  $\mu\text{g}/\text{mL}$  siap pakai
  - f. Larutan baku 200 $\mu\text{g}/\text{mL}$  Cd, pipet 10 mL larutan baku 1.000  $\mu\text{g}/\text{mL}$  Cd ke dalam labu ukur 50 mL kemudian encerkan dengan aquabides sampa tanda garis kemudian dikocok. Larutan baku kedua ini memiliki konsentrasi 200  $\mu\text{g}/\text{mL}$  Cd
  - g. Larutan baku 20  $\mu\text{g}/\text{mL}$  Cd, pipet 10 mL larutan baku 200  $\mu\text{g}/\text{mL}$  Cd ke dalam labu ukur 100 mL kemudian encerkan dengan aquabides sampai tanda garis kemudian dikocok. Larutan baku ketiga ini memiliki konsentrasi 20  $\mu\text{g}/\text{mL}$  Cd
  - h. Larutan baku kerja Cd, pipet ke dalam labu ukur 100 mL masing masing sebanyak 0 mL, 0,5mL, 1 mL, 2 mL, 4 mL, 7 mL dan 9 mL

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

larutan baku 20 µg/mL kemudian tambahkan 5 mL larutan HNO<sub>3</sub> 1 N atau 6 N, dan encerkan dengan aquabides sampai tanda garis kemudian kocok. Larutan baku kerja ini memiliki konsentrasi 0 µg/mL, 0,1 µg/mL, 0,2 µg/mL, 0,4 µg/mL, 0,8 µg/mL, 1,4 µg/mL, dan 1,8 µg/mL Cd

- i. Larutan baku 1.000 µg/mL Pb, larutkan 1.000 gram Pb dengan 7 mL HNO<sub>3</sub> pekat dalam gelas piala 250 mL dan masukkan ke dalam labu ukur 1.000 mL kemudian encerkan dengan aquabides sampai tanda garis, atau bisa digunakan larutan baku Pb 1.000 µg/mL siap pakai
- j. Larutan baku 50 µg/mL Pb, pipet 5,0 mL larutan baku 1.000 µg/mL Pb ke dalam labu ukur 100 mL dan encerkan dengan aquabides sampai tanda garis kemudian dikocok. Larutan baku kedua ini memiliki konsentrasi Pb 50 µg/mL
- k. Larutan baku kerja Pb, pipet ke dalam labu ukur 100 mL masing-masing sebanyak 0 mL, 0,2 mL, 0,5 mL, 1 mL, 2 mL, 3 mL, dan 4 mL larutan baku 50 µg/mL kemudian tambahkan 5 mL larutan HNO<sub>3</sub> 1 N atau HCl 6 N, dan encerkan dengan aquabides sampai tanda garis kemudian kocok. Larutan baku kerja ini memiliki konsentrasi 0 µg/mL, 0,1 µg/mL, 0,25 µg/mL, 0,5 µg/mL, 1,0 µg/mL, 1,5 µg/mL, dan 2,0 µg/mL Pb.

Cara kerja:

1. Timbang 10 - 20 g sampel (W) dengan teliti dalam cawan porselen/platina.kuarsa
2. Tempatkan cawan berisi sampel uji di atas pemanas listrik dan panaskan secara bertahap sampai sampel uji tidak berasap lagi
3. Lanjutkan pengabuan dalam tanur (450 ± 5)°C sampai abu berwarna putih, bebas dari karbon
4. Apabila abu belum bebas dari karbon yang ditandai dengan warna keabu-abuan, basahkan dengan beberapa tetes air dan tambahkan tetes demi tetes HNO<sub>3</sub> pekat kira-kira 0,5 mL sampai dengan 3 mL

***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

5. Keringkan cawan di atas pemanas listrik dan masukkan kembali ke dalam tanur pada suhu  $(450 \pm 5)^{\circ}\text{C}$  kemudian lanjutkan pemanasan sampai abu menjadi putih. Penambahan  $\text{HNO}_3$  pekat dapat diulangi apabila abu masih berwarna keabu-abuan
6. Larutkan abu berwarna putih dalam 5 mL  $\text{HCL}$  6 N, sambil dipanaskan di atas pemanas listrik atau penangas air sampai kering, kemudian larutkan dengan  $\text{HNO}_3$  0,1 N 20 mL–30 mL dan masukkan ke dalam labu ukur 50 mL kemudian tepatkan hingga tanda garis dengan aquabides (V), jika perlu, saring larutan menggunakan kertas saring ke dalam botol polipropilen
7. Siapkan larutan blangko dengan penambahan pereaksi dan perlakuan yang sama seperti sampel
8. Baca absorbans larutan baku kerja dan larutan contoh terhadap blangko menggunakan SSA pada panjang gelombang maksimal sekitar 228,8 nm untuk Cd dan 283,3 nm untuk Pb.
9. Buat kurva kalibrasi antara konsentrasi logam ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ ) sebagai sumbu X dan absorbans sebagai sumbu Y
10. Plot hasil pembacaan larutan sampel terhadap kurva kalibrasi (C)
11. Hitung kandungan logam dalam sampel

Perhitungan

$$\text{Kandungan logam } (\mu\text{g/g}) = \frac{C}{W} \times V$$

Keterangan:

C adalah konsentrasi logam dari kurva kalibrasi ( $\mu\text{g}/\text{mL}$ )

V adalah volume larutan akhir (mL)

W adalah bobot sampel (g)

Ketelitian, kisaran hasil dua kali ulangan maksimal 16% dari nilai rata-rata hasil kandungan logam. Jika kisaran lebih besar dari 16%, maka uji harus diulang kembali.

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

**Timah (Sn)**, sampel didestruksi dengan  $\text{HNO}_3$  dan  $\text{HCl}$  kemudian tambahkan  $\text{KCl}$  untuk mengurasi gangguan. Sn dibaca menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) pada panjang gelombang maksimal 235,5 nm dengan nyala oksidasi  $\text{N}_2\text{O}-\text{C}_2\text{H}_2$ . Peralatan yang diperlukan antara lain:

1. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) beserta kelengkapannya (lampu katoda Sn) terkalibrasi
2. Tanur terkalibrasi dengan ketelitian  $1^\circ\text{C}$
3. Neraca analitik terkalibrasi dengan ketelitian 0,1 mg
4. Pemanas listrik
5. Penangas air
6. Labu ukur 1.000 mL, 100 mL, dan 50 mL terkalibrasi
7. Pipet ukur 10 mL dan 5 mL berskala 0,1 mL terkalibrasi
8. Erlenmeyer 250 mL
9. Gelas ukur 50 mL
10. Gelas piala 250 mL
11. Pereaksi:
  - a. Larutan kalium klorida 10 mg/mL K, larutkan 1,91 g  $\text{KCl}$  dengan air menjadi 100 mL
  - b. Asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) pekat
  - c. Asam klorida ( $\text{HCl}$ ) pekat
  - d. Larutan baku 1.000  $\mu\text{g}/\text{mL}$  Sn, larutkan 1.000 mg Sn dengan 200 mL  $\text{HCl}$  pekat dalam labu ukur 1.000 mL, tambahkan 200 mL air suling, dinginkan pada suhu ruang dan encerkan dengan air suling sampai tanda garis
  - e. Larutan baku kerja Sn, pipet 10 mL  $\text{HCl}$  pekat dan 1,0 mL larutan  $\text{KCl}$  ke dalam masing-masing labu ukur 100 mL. tambahkan masing-masing 0 mL, 0,5 mL, 1,0 mL, 1,5 mL, 2,0 mL dan 2,5 mL larutan baku 1.000  $\mu\text{g}/\text{mL}$  Sn dan encerkan dengan air suling sampai tanda garis. Larutan baku kerja ini memiliki konsentrasi 0  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , 5  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , 10  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , 15  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , 20  $\mu\text{g}/\text{mL}$ , dan 25  $\mu\text{g}/\text{mL}$  Sn.

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Cara kerja:

1. Timbang 10 gram–20 gram sampel (W) dengan teliti ke dalam Erlenmeyer 250 mL, tambahkan 30 mL HNO<sub>3</sub> pekat dan biarkan 15 menit
2. Panaskan perlahan selama 15 menit di dalam lemari asam, hindari terjadinya percikan yang berlebihan
3. Lanjutkan pemanasan sehingga sisa volume 3 mL sampai dengan 6 mL atau sampai sampel mulai kering pada bagian bawahnya, hindari terbentuknya arang
4. Angkat Erlenmeyer dari pemanas listrik, tambahkan 25 mL HCl pekat, dan panaskan selama 15 menit sampai letupan dari uap Cl<sub>2</sub> berhenti
5. Tingkatkan pemanasan dan didihkan sehingga sisa volume 10 mL sampai 15 mL
6. Tambahkan 40 mL air suling, aduk dan tuangkan ke dalam labu ukur 100 mL, bilas Erlenmeyer tersebut dengan 10 mL air suling (V)
7. Tambahkan 1,0 mL KCl, dinginkan pada suhu ruang, tepatkan dengan air suling sampai tanda garis dan saring
8. Siapkan larutan blangko dengan penambahan pereaksi dan perlakuan yang sama seperti sampel
9. Baca absorbans larutan baku kerja dan larutan contoh terhadap blangko menggunakan SSA pada panjang gelombang maksimal 235,5 nm dengan nyala oksidasi N<sub>2</sub>O–C<sub>2</sub>H<sub>2</sub>
10. Buat kurva kalibrasi antara konsentrasi logam (µg/mL) sebagai sumbu X dan absorbans sebagai sumbu Y
11. Plot hasil pembacaan larutan sampel terhadap kurva kalibrasi (C)
12. Lakukan pengerjaan duplo
13. Hitung kandungan Sn dalam sampel

## ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Perhitungan:

$$\text{Kandungan timah (Sn) } (\mu\text{g/kg}) = \frac{C}{W} \times V$$

Keterangan:

C adalah konsentrasi logam dari kurva kalibrasi ( $\mu\text{g/mL}$ )

V adalah volume larutan akhir (mL)

W adalah bobot sampel (g)

Ketelitian, kisaran hasil dua kali ulangan maksimal 16% dari nilai rata-rata hasil kandungan timah (Sn). Jika kisaran lebih besar dari 16%, maka uji harus diulang kembali.

**Merkuri (Hg)**, reaksi antara senyawa merkuri dengan  $\text{NaBH}_4$  atau  $\text{SnCl}_2$  dalam keadaan asam akan membentuk gas atomik Hg. Jumlah Hg yang terbentuk sebanding dengan absorbansi Hg yang dibaca menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) tanpa nyala pada panjang gelombang maksimal 253,7 nm. Peralatan dan bahan yang diperlukan antara lain:

1. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) yang dilengkapi lampu katoda Hg dan generator uap hidrida (HVG)
2. *Microwave digester*
3. Neraca analitik terkalibrasi dengan ketelitian 0,1 mg
4. Pemanas listrik
5. Pendingin terbuat dari borosilikat, diameter 12 mm sampai dengan 18 mm, tinggi 400 mm diisi dengan cincin *Raschig* setinggi 100 mm, dan dilapisi dengan batu didih berdiameter 4 mm di atas cincin setinggi 20 mm
6. Tabung destruksi
7. Labu destruksi 250 mL berdasar bulat
8. Labu ukur 1.000 mL, 500 mL, 100 mL, dan 50 mL terkalibrasi
9. Gelas ukur 25 mL
10. Pipet ukur berskala 0,05 mL atau mikro buret terkalibrasi
11. Gelas piala 500 mL

***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

12. Preaksi:

- a. Larutan asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) 9 M
- b. Larutan asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) 7 M
- c. Campuran  $\text{HNO}_3$ :  $\text{HClO}_4$  (1:1)
- d. Hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) pekat
- e. Larutan natrium molibdat ( $\text{NaMoO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ ) 2%
- f. Larutan pereduksi, campurkan 50 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dengan 300 mL air suling dalam gelas piala 500 mL dan dinginkan sampai suhu ruang kemudian tambahkan 15 gram NaCl, 15 g hidrosilamin sulfat, dan 25 gram  $\text{SnCl}_2$ . Pindahkan ke dalam labu ukur 500 mL dan encerkan dengan air suling sampai tanda garis.
- g. Larutan natrium boronhidrida ( $\text{NaBH}_4$ ), larutkan 3 g serbuk  $\text{NaBH}_4$  dan 3 gram NaOH dengan air suling dalam labu ukur 500 mL.
- h. Larutan pengencer, masukkan 300 mL–500 mL air suling ke dalam labu ukur 1.000 mL dan tambahkan 58 mL  $\text{HNO}_3$  kemudian tambahkan 67 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$ . Encerkan dengan air suling sampai tanda garis dan kocok.
- i. Larutan baku 1.000  $\mu\text{g}/\text{mL}$  Hg, larutkan 0,1354 gram  $\text{HgCl}_2$  dengan kira-kira 25 mL air suling dalam gelas piala 250 mL dan masukkan ke dalam labu ukur 100 mL kemudian encerkan dengan air suling sampai tanda garis.
- j. Larutan baku 1  $\mu\text{g}/\text{mL}$  Hg, pipet 1 mL larutan baku 1.000  $\mu\text{g}/\text{mL}$  Hg ke dalam labu ukur 1.000 mL dan encerkan dengan larutan pengencer sampai tanda garis kemudian kocok. Larutan baku kedua ini memiliki konsentrasi 1  $\mu\text{g}/\text{mL}$ .
- k. Larutan baku kerja Hg, pipet masing-masing 0,25 mL; 1 mL; dan 2 mL larutan baku 1  $\mu\text{g}/\text{mL}$  ke dalam labu ukur 100 mL terpisah dan encerkan dengan larutan pengencer sampai tanda garis. Larutan baku kerja ini memiliki konsentrasi 0,0025  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ; 0,005  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ; 0,01  $\mu\text{g}/\text{mL}$ ; 0,02  $\mu\text{g}/\text{mL}$  Hg.
- l. Batu didih

## ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

### Cara kerja

1. Pengabuan basah
  - a. Timbang 5 g sampel (W) dengan teliti ke dalam labu destruksi dan tambahkan 25 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  9M, 20 mL  $\text{HNO}_3$  7M, 1 mL larutan antrium molibdat 2%, dan 5 butir sampai dengan 6 butir batu didih
  - b. Hubungkan labu destruksi dengan pendingin dan panaskan di atas pemanas listrik selama 1 jam. Hentikan pemanasan dan biarkan selama 15 menit
  - c. Tambahkan 20 mL campuran  $\text{HNO}_3$ :  $\text{HClO}_4$  (1:1) melalui pendingin
  - d. Hentikan aliran air pada pendingin dan panaskan dengan panas tinggi hingga timbul uap putih. Lanjutkan pemanasan selama 10 menit dan dinginkan
  - e. Tambahkan 10 mL air suling melalui pendingin dengan hati-hati sambil labu digoyang-goyangkan
  - f. Didihkan lagi selama 10 menit
  - g. Matikan pemanas dan cuci pendingin dengan 15 mL air suling sebanyak 3 kali kemudian dinginkan sampai suhu ruang
  - h. Pindahkan larutan destruksi sampel ke dalam labu ukur 100 mL secara kuantitatif dan encerkan dengan air suling sampai tanda garis (V)
  - i. Pipet 25 mL larutan di atas ke dalam labu ukur 100 mL dan encerkan dengan larutan pengencer sampai tanda garis
  - j. Siapkan larutan blangko dengan penambahan pereaksi dan perlakuan yang sama seperti sampel
  - k. Tambahkan larutan pereduksi ke dalam larutan baku kerja Hg, larutan sampel, dan larutan blangko pada alat HVG
  - l. Baca absorbans larutan baku kerja, larutan sampel, dan larutan blangko menggunakan SSA tanpa nyala pada panjang gelombang 253,7 nm



***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

- m. Buat kurva kalibrasi antara konsentrasi logam ( $\mu\text{g/mL}$ ) sebagai sumbu X dan absorbans sebagai sumbu Y
  - n. Plot hasil pembacaan larutan sampel terhadap kurva kalibrasi (C)
  - o. Lakukan pengerjaan duplo dan
  - p. Hitung kandungan Hg dalam sampel.
2. Destruksi menggunakan *microwave digester* atau destruksi sistem tertutup
- a. Timbang 1 gram sampel (W) ke dalam tabung destruksi dan tambahkan 5 mL  $\text{HNO}_3$ , 1 mL  $\text{H}_2\text{O}_2$  kemudian tutup rapat
  - b. Masukkan ke dalam *microwave digester* dan kerjakan sesuai dengan petunjuk pemakaian alat
  - c. Pindahkan larutan destruksi sampel ke dalam labu ukur 50 mL secara kuantitatif dan encerkan dengan air suling sampai tanda garis (V)
  - d. Siapkan larutan blangko dengan penambahan pereaksi dan perlakuan yang sama seperti sampel
  - e. Tambahkan larutan pereduksi ke dalam larutan baku kerja, larutan sampel, dan larutan blangko pada alat HVG
  - f. Baca absorbans larutan baku kerja, larutan sampel, dan larutan blangko menggunakan SSA tanpa nyala pada panjang gelombang 253,7 nm
  - g. Buat kurva kalibrasi antara konsentrasi logam ( $\mu\text{g/mL}$ ) sebagai sumbu X dan absorbans sebagai sumbu Y
  - h. Plot hasil pembacaan larutan sampel terhadap kurva kalibrasi (C)
  - i. Lakukan pengerjaan duplo, dan
  - j. Hitung kandungan Hg dalam sampel.

## ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Perhitungan:

$$\text{Kandungan merkuri (Hg) (mg/kg) } = \frac{C}{W} \times V \times fp$$

Keterangan:

C adalah konsentrasi logam dari kurva kalibrasi ( $\mu\text{g/mL}$ )

V adalah volume larutan akhir (mL)

W adalah bobot sampel (g)

fp adalah faktor pengenceran

Ketelitian, kisaran hasil dua kali ulangan maksimal 16% dari nilai rata-rata hasil kandungan merkuri (Hg). Jika kisaran lebih besar dari 16%, maka uji harus diulang kembali.

### Pengujian Cemaran Arsen (As)

Pengujian Cemaran Arsen (As), sampel didestruksi dengan asam menjadi larutan arsen. Larutan  $\text{As}^{5+}$  direduksi dengan KI menjadi  $\text{As}^{3+}$  dan direaksikan dengan  $\text{NaBH}_4$  atau  $\text{SnCl}_2$  sehingga terbentuk  $\text{AsH}_3$  yang kemudian dibaca dengan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) pada panjang gelombang maksimal 193,7 nm, Peralatan dan bahan yang digunakan antara lain:

1. Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) yang dilengkapi dengan lampu katoda As dan generator uap hidrida (HVG) terkalibrasi
2. Tanur terkalibrasi dengan ketelitian 1C
3. *Microwave digester*
4. Neraca analitik terkalibrasi dengan ketelitian 0,1 mg
5. Pemanas listrik
6. *Burner* atau *bunsen*
7. Labu *kjedahl* 250 mL
8. Labu berbahan borosilikat berdasar bulat 50 mL
9. Labu ukur 50 mL, 100 mL, 500 mL, dan 1000 mL terkalibrasi
10. Gelas ukur 25 mL
11. Pipet volumetrik 25 mL terkalibrasi

***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

12. Pipet ukur berskala 0,05 mL atau mikro buret terkalibrasi
13. Cawan porselen 50 mL
14. Gelas piala 200 mL
15. Pereaksi
  - a. Asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) pekat
  - b. Asam sulfat ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) pekat
  - c. Asam perklorat ( $\text{HClO}_4$ ) pekat
  - d. Amonium oksalat ( $\text{NH}_4$ ) $\text{C}_2\text{O}_4$  jenuh
  - e. Hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) pekat
  - f. Larutan natrium borohidrida ( $\text{NaBH}_4$ ) 4%, larutkan 3 gram  $\text{NaBH}_4$  dan 3 gram  $\text{NaOH}$  dengan air suling sampai tanda garis ke dalam labu ukur 500 mL
  - g. Larutan asam klorida ( $\text{HCl}$ ) 8 M, larutkan 66 mL  $\text{HCl}$  pekat ke dalam labu ukur 100 mL dan encerkan dengan air suling sampai tanda garis
  - h. Larutan timah (II) klorida ( $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ) 10%, timbang 50 gram  $\text{SnCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  ke dalam gelas piala 200 mL dan tambahkan 100 mL  $\text{HCl}$  37%. Panaskan hingga larutan jernih dan dinginkan kemudian tuangkan ke dalam labu ukur 500 mL dan encerkan dengan air suling sampai tanda garis.
  - i. Larutan Kalium iodide ( $\text{KI}$ ) 20%, timbang 20 gram  $\text{KI}$  ke dalam labu ukur 100 mL dan encerkan dengan air suling sampai tanda garis (larutan harus dibuat langsung sebelum digunakan)
  - j. Larutan  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$  75 mg/ml, larutkan 3,75 gram  $\text{MgO}$  dengan 30 mL  $\text{H}_2\text{O}$  secara hati-hati, tambahkan 10 mL  $\text{HNO}_3$ , dinginkan dan encerkan hingga 50 mL dengan air suling
  - k. Larutan baku 1000  $\mu\text{g}/\text{mL}$   $\text{As}$ , larutkan 1,3203 gram  $\text{As}_2\text{O}_3$  kering dengan sedikit  $\text{NaOH}$  20% dan netralkan dengan  $\text{HCl}$  atau  $\text{HNO}_3$  1:1 (1 bagian asam: 1 bagian air). Masukkan ke dalam labu ukur 1000 mL dan encerkan dengan air suling sampai tanda garis

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

- l. Larutan baku 100  $\mu\text{g/mL}$  As, pipet 10 mL larutan baku As 1000  $\mu\text{g/mL}$  ke dalam labu ukur 100 mL dan encerkan dengan air suling sampai tanda garis. Larutan baku kedua ini memiliki konsentrasi 100  $\mu\text{g/mL}$  As
- m. Larutan baku 1  $\mu\text{g/mL}$  As, pipet 1 mL larutan baku 100  $\mu\text{g/mL}$  ke dalam labu ukur 100 mL dan encerkan dengan air suling sampai tanda garis. Larutan baku ketiga ini memiliki konsentrasi 1  $\mu\text{g/mL}$  As
- n. Larutan baku kerja As, pipet masing- masing 1,0 mL; 2,0 mL; 3,0 mL; 4,0 mL dan 5,0 mL larutan baku 1  $\mu\text{g/mL}$  As ke dalam labu ukur 100 mL terpisah dan encerkan dengan air suling sampai tandda garis kemudian kocok. Larutan baku kerja ini memiliki konsentrasi 0,01  $\mu\text{g/mL}$ ; 0,02  $\mu\text{g/mL}$ ; 0,03  $\mu\text{g/mL}$ ; 0,04  $\mu\text{g/mL}$  dan 0,05  $\mu\text{g/mL}$  As.

#### Cara kerja:

1. Pengabuan basah
  - a. Timbang 5 gram–10 gram sampel (W) ke dalam labu *kjedahl* 250 mL, tambahkan 5 mL–10 mL  $\text{HNO}_3$  pekat dan 4 mL–8 mL  $\text{H}_2\text{SO}_4$  pekat dengan hati-hati
  - b. Setelah reaksi selesai, panaskan dan tambahkan  $\text{HNO}_3$  pekat sedikit demi sedikit sehingga sampel berwarna coklat atau kehitaman
  - c. Tambahkan 2 mL  $\text{HClO}_4$  70% sedikit demi sedikit dan panaskan lagi sehingga larutan menjadi jernih atau berwarna kuning (jika terjadi pengarangan setelah penambahan  $\text{HClO}_4$ , tambahkan lagi sedikit  $\text{HNO}_3$  pekat)
  - d. Dinginkan, tambahkan 15 mL  $\text{H}_2\text{O}$  dan 5 mL  $(\text{NH}_4)_2\text{C}_2\text{O}_4$  jenuh
  - e. Panaskan sehingga timbul uap  $\text{SO}_3$  di leher labu
  - f. Dinginkan, pindahkan secara kuantitatif ke dalam labu ukur 50 mL dan encerkan dengan air suling sampai tanda garis (V)
  - g. Pipet 25 mL larutan di atas dan tambahkan 2 mL  $\text{HCl}$  8 M, 0,1 mL  $\text{KI}$  20% kemudian kocok dan biarkan minimal 2 menit

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

- h. Siapkan larutan blangko dengan penambahan pereaksi dan perlakuan yang sama seperti sampel
  - i. Tambahkan larutan pereduksi ( $\text{NaBH}_4$ ) ke dalam larutan baku As, larutan sampel, dan larutan blangko pada alat HVG
  - j. Baca absorbans larutan baku kerja, larutan contoh, dan larutan blangko menggunakan SSA tanpa nyala pada panjang gelombang maksimal 193,7 nm
  - k. Buat kurva kalibrasi antara konsentrasi logam ( $\mu\text{g/mL}$ ) sebagai sumbu X dan absorbans sebagai sumbu Y
  - l. Plot hasil pembacaan larutan sampel terhadap kurva kalibrasi (C)
  - m. Lakukan pengerjaan duplo
  - n. Hitung kandungan As dalam sampel
2. Destruksi menggunakan *microwave digester* atau destruksi tertutup
- a. Timbang 0,5 gram sampel (W) ke dalam tabung destruksi dan tambahkan 5 mL  $\text{HNO}_3$ , 1 mL  $\text{H}_2\text{O}_2$  kemudian tutup rapat
  - b. Masukkan ke dalam *microwave digester* dan kerjakan sesuai dengan petunjuk pemakaian alat
  - c. Setelah dingin, pindahkan larutan destruksi ke dalam labu ukur 25 mL secara kuantitatif dan encerkan dengan air suling sampai tanda garis (V)
  - d. Pipet 10 mL larutan destruksi ke dalam labu borosilikat berdasar bulat 50 mL, tambahkan 1 mL larutan  $\text{Mg}(\text{NO}_3)_2$ . Uapkan di atas pemanas listrik hingga kering dan arangkan. Abukan dalam tanur dengan suhu  $450^\circ\text{C}$  ( $\pm 1$  jam)
  - e. Dinginkan, larutkan dengan 2,0 mL  $\text{HCl}$  8M, 0,1 mL KI 20% dan biarkan minimal 2 menit. Tuangkan larutan tersebut ke dalam tabung sampel pada alat
  - f. Siapkan  $\text{NaBH}_4$  dan  $\text{HCl}$  dalam tempat yang sesuai dengan yang ditentukan oleh alat

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

- g. Tuangkan larutan baku kerja As 0,01 µg/mL; 0,02 µg/mL; 0,03 µg/mL; 0,04 µg/mL; 0,05 µg/mL serta blangko ke dalam 6 tabung sampel lainnya. Nyalakan *burner* atau *Bunsen* serta tombol pengatur aliran pereaksi dan aliran sampel
- h. Baca nilai absorbans tertinggi larutan baku kerja As dan sampel dengan blangko sebagai koreksi
- i. Buat kurva kalibrasi antara konsentrasi As (µg/mL) sebagai sumbu X dan absorbans sebagai sumbu Y
- j. Plot hasil pembacaan larutan sampel terhadap kurva kalibrasi (C)
- k. Lakukan pengerjaan duplo, dan
- l. Hitung kandungan As dalam sampel.  
Perhitungan

$$\text{Kandungan cemaran arsen (As) (mg/kg)} = \frac{C}{W} \times V \times fp$$

Keterangan:

C adalah konsentrasi cemaran As dari kurva kalibrasi (µg/mL)

V adalah volume larutan akhir (mL)

W adalah bobot contoh (g)

fp adalah faktor pengenceran

Ketelitian, kisaran hasil dua kali ulangan maksimal 16% dari nilai rata-rata hasil kandungan arsen (As). Jika kisaran lebih besar dari 16%, maka uji harus diulang kembali.

## **2.5. Keunggulan Minyak Goreng**

Minyak sawit memiliki berbagai keunggulan dibandingkan dengan minyak nabati lainnya. Dari segi ekonomi minyak sawit merupakan minyak nabati yang paling murah karena produktivitas sawit sangat tinggi. Minyak sawit juga mengandung betakaroten dan tokoferol sehingga dilihat dari segi gizi mempunyai keunggulan. Minyak kelapa sawit seperti umumnya minyak nabati lainnya

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

merupakan senyawa yang tidak larut dalam air, sedangkan komponen penyusunnya yang utama adalah trigliserida dan nontrigliserida.

Peran lemak (lipid) dalam makanan manusia merupakan zat gizi yang menyediakan energi bagi tubuh, dapat bersifat psikologis dengan meningkatkan nafsu makan, atau dapat membantu memperbaiki tekstur dari bahan pangan yang diolah. Setiap orang membutuhkan energi lebih kurang 3.300 kalori per hari, yang berasal dari hasil metabolisme karbohidrat, protein dan lemak. Sebanyak 1/3 dari jumlah kalori tersebut berasal dari lemak. Secara tidak langsung, lemak dapat juga membantu pembangunan organ-organ tubuh terutama pada anak yang sedang berada dalam fase pertumbuhan. Kekurangan lemak dalam ransum makanan, dapat memperlambat pertumbuhan. Vitamin yang terdapat dalam lemak adalah vitamin A, D, dan E yang merupakan vitamin-vitamin larut dalam lemak. Kebutuhan tubuh rata-rata terhadap vitamin A sebanyak 4.000–6.000 IU tiap hari, dan vitamin D sebanyak 300–400 IU tiap hari. Vitamin ini penting untuk menjamin kesehatan tubuh dan membantu pertumbuhan organ terutama bagi anak-anak oksigen. Berikut ini beberapa keunggulan minyak goreng kelapa sawit antara lain:

1. Bahan pangan yang diformulasikan mempunyai keawetan yang lebih baik, karena sifat minyak yang stabil pada proses ketengikan dan kerusakan oksidatif lainnya.
2. Minyak kelapa sawit dapat mengalami kristalisasi yang lebih halus (kecil), sehingga meningkatkan kinerja *creaming* jika digunakan pada *cake* dan margarin.
3. Asam palmitatnya sangat baik *dalam* proses aerasi campuran lemak/gula seperti proses baking.
4. Baik digunakan dalam penggunaan vanaspati atau *vegetable ghee* yang mengandung 100% lemak nabati dan dapat digunakan untuk substitusi mentega susu dan mentega coklat.

***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

5. Komposisi asam lemak minyak sawit memiliki kandungan trigliserida padat yang tinggi sehingga bersifat semisolid dan titik leleh berkisar 33°C-39°C.
6. Mengandung karotenoid (pro-vitamin A) yang tinggi sehingga dapat sebagai antioksidan dan sumber vitamin A bagi tubuh.



## **BAB III**

### **KERUSAKAN PADA MINYAK GORENG**

Menggoreng minyak dalam adalah salah satu teknik paling umum digunakan untuk mengolah makanan merendam makanan dalam minyak panas pada suhu 150–200°C untuk waktu yang singkat sampai mencapai suhu internal minimum yang aman. Proses ini menggunakan biaya yang relatif rendah di mana kombinasi suhu dan panas mempengaruhi sifat organoleptik makanan seperti rasa, tekstur, dan warna.

Penggorengan adalah panas dan massa yang bersamaan proses pemindahan yang menyebabkan dehidrasi produk karena temperatur minyak yang tinggi, sehingga mengakibatkan produk yang memiliki eksterior berpori dan renyah serta interior yang lembut dan lembap. Reaksi utama yang terlibat dalam proses ini adalah gelatinisasi pati, denaturasi protein, aromatisasi, dan pewarnaan melalui reaksi Maillard, pemasakan cepat, dan perkembangan tekstur dan rasa.

Penggorengan juga menyebabkan perubahan rasa dan stabilitas minyak melalui hidrolisis, oksidasi, dan polimerisasi. Minyak yang paling umum digunakan di Indonesia untuk menggoreng adalah minyak sawit dan beberapa minyak jagung. Pemilihan minyak yang baik untuk menggoreng didasarkan pada stabilitas penggorengan yang lama, rasa hambar, kecenderungan rendah untuk berbusa atau membentuk asap, kecenderungan rendah untuk berpolimerisasi, stabilitas oksidatif minyak dalam gorengan selama penyimpanan, dan biaya.

Lemak berperan penting dalam meningkatkan cita rasa makanan. Memberikan makanan menggoreng pada kombinasi rasa

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

dan tekstur yang unik sangat diminati konsumen dalam pembuatan gorengan salah satu produk paling populer. Namun, konsumsi minyak menimbulkan masalah kesehatan yang signifikan seperti penyakit jantung koroner, kanker, diabetes, dan hipertensi, dan tidak dapat didamaikan dengan kesadaran konsumen terhadap konsumsi produk makanan yang lebih sehat dan rendah lemak.

Mempertimbangkan dapat kesehatan dan popularitas gorengan, penting untuk mendapatkan pemahaman yang lebih baik tentang faktor-faktor yang mengatur penyerapan minyak sehingga dapat lebih terkontrol. Menggoreng adalah salah satu masalah transportasi paling kompleks dalam industri makanan. Mekanisme utama yang diusulkan untuk mengatur penyerapan minyak selama penggorengan adalah pelepasan air dan pengambilan minyak; tekanan kapiler; tekanan uap dan efek vakum; difusi, kepatuhan dan drainase minyak di permukaan makanan. Panas ditransfer melalui konveksi dari minyak ke permukaan produk diikuti dengan konduksi dari permukaan ke interior produk.

Perpindahan massa saat menggoreng ditandai dengan pergerakan air secara simultan berupa uap dari makanan ke dalam minyak, dan pergerakan minyak ke dalam makanan. Beberapa faktor seperti kadar air, kerak mikrostruktur, geometri produk, suhu dan waktu penggorengan, jenis minyak, penuaan minyak dan perawatan sebelum dan sesudah penggorengan terbukti mempengaruhi penyerapan minyak selama penggorengan. Menggoreng diketahui mempengaruhi sifat fisik minyak seperti densitas, viskositas, dan tegangan permukaan yang pada gilirannya dapat mempengaruhi laju transpor minyak, dan juga laju penyerapan minyak.

Parameter yang mempengaruhi penyerapan minyak pada temperatur penggorengan. Massa jenis merupakan faktor penting yang mempengaruhi penyerapan minyak karena mempengaruhi laju drainase setelah penggorengan dan juga kecepatan perpindahan massa selama tahap pendinginan penggorengan. Densitas telah terbukti secara

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

eksperimental bergantung secara linier pada suhu. Dibutuhkan persamaan matematis untuk memprediksi pengaruh temperatur terhadap densitas, terutama pada temperatur tinggi saat penggorengan dilakukan. Penggorengan terjadi pada suhu sekitar 180 ° C; namun viskositas minyak yang umum digunakan diketahui hingga sekitar 110–140°C. Oleh karena itu untuk secara akurat menentukan tingkat pengangkutan, kepadatan perlu ditentukan dan dimodelkan pada suhu penggorengan. Viskositas minyak merupakan salah satu faktor utama yang mengatur penyerapan dan drainase minyak. Semakin tinggi viskositas minyak, semakin lambat drainase minyak. Viskositas oli bergantung pada jenis minyak serta suhu penggorengan dan kualitas minyak.

#### **3.1. Degradasi Minyak Goreng**

Degradasi minyak goreng sangat sering terjadi pada proses penggorengan. Degradasi terjadi jika penggunaan minyak goreng pada proses penggorengan dilakukan secara terus-menerus atau berulang pada suhu tinggi (>160°C) disertai dengan adanya kontak antara udara dan air sehingga dapat menghasilkan berbagai senyawa yang memacu proses degradasi minyak goreng. Semakin sering digunakan, tingkat kerusakan minyak akan semakin tinggi. Hal yang dapat kita lihat jika minyak mengalami degradasi yaitu keluarnya asap, berbusa dan berwarna cokelat serta menghasilkan rasa tengik pada bahan makanan tersebut.

Nilai gizi yang terkandung pada makanan yang digoreng menggunakan minyak terdegradasi akan rendah. Bukan hanya itu saja, bentuk makanan pun mempunyai struktur yang tidak menarik dan menghasilkan rasa yang tidak enak. Proses penggorengan yang lama juga memicu adanya reaksi hidrolisis terhadap trigliserida, dan reaksi oksidasi yang menyebabkan terbentuknya asam lemak bebas digliserida, monogliserida dan gliserol. Parameter kualitas minyak diidentifikasi dengan adanya asam lemak bebas dengan ditunjukkan pada nilai angka asam. Nilai angka asam yang tinggi berarti mengandung asam lemak bebas yang tinggi pula.

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

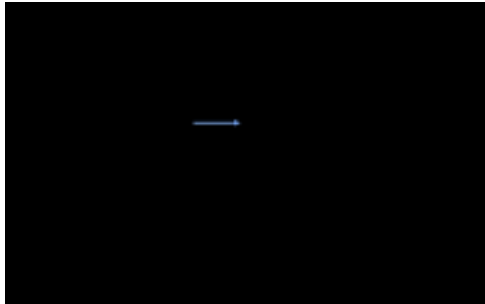
Selain proses penggorengan yang dilakukan secara terus-menerus pada suhu tinggi, kerusakan lainnya dapat terjadi pada proses penyimpanan. Penyimpanan yang salah dalam jangka waktu tertentu menyebabkan pecahnya ikatan trigliserida pada minyak lalu membentuk gliserol dan asam lemak bebas. Salah satu kerusakan pada proses penyimpanan adalah pengemasan. Perlakuan pengemasan dapat dilakukan dengan cara mengatur rasio jumlah bahan makanan agar dapat memberikan variasi terhadap ketersediaan oksigen di dalam kemasan. Ketersediaan oksigen di dalam kemasan mempengaruhi kualitas minyak goreng itu sendiri. Hal ini terjadi karena oksigen dapat bereaksi dengan kandungan lemak dalam minyak sehingga dapat mempercepat kerusakan, yaitu terjadinya ketengikan (Gambar 3.1) secara oksidatif pada bahan makanan yang berlemak. Kerusakan dapat diatasi dengan menurunkan kadar oksigen di dalam kemasan tersebut.

Minyak nabati terdiri dari molekul gliserol yang teresterifikasi oleh tiga molekul asam lemak. Setiap jenis minyak nabati dicirikan oleh kandungan rasio asam lemak spesifiknya sendiri. Asam lemak yang dominan memiliki 16 atau 18 atom karbon dalam rantai alifatik lurus.

Tidak seperti manfaat kesehatan yang diinginkan dari PUFAs ada kemampuan yang lebih tinggi untuk mengalami perubahan degradasi sesuai dengan tingkat tinggi ikatan rangkap yang disajikan. Mereka cukup sensitif terhadap kondisi oksidatif dan menghasilkan banyak produk degradasi termasuk Aldehida, keton, epoksida, senyawa hidroksi, dan lain-lain. Banyak dari mereka sekarang dianggap sebagai beracun dan berpotensi karsinogenik. Stres oksidatif dapat menyebabkan pembentukan sistem ikatan rangkap yang terkonjugasi serta evaluasi asam lemak trans.

Kandungan produk oksidasi ini dapat sesuai dengan teknologi minyak, metode dan durasi penyimpanan dan memiliki pengaruh yang tidak diinginkan pada kualitas gizi, keselamatan, dan sifat sensorik. Oksidasi asam lemak tak jenuh adalah reaksi utama pada degradasi lipid.

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***



**Gambar 3.1 Proses Ketengikan Minyak Saat Penggorengan**

### **3.2. Perubahan Karakteristik Minyak Goreng Jelantah**

Adapun perubahan minyak goreng jelantah sebagai berikut:

#### **Sifat organoleptik**

1. Rasa terhadap hasil pangan

Kualitas minyak sangat berpengaruh terhadap rasa, komponen dalam minyak masuk ke bahan. Komponen-komponen yang dihasilkan akan terakumulasi pada banyaknya pengulangan penggorengan. Selama penggorengan, komponen tersebut terserap bersama minyak, sehingga rasa makanan berbeda dari awalnya menjadi tidak enak.

2. Warna minyak goreng

Penggunaan minyak goreng berulang dengan suhu tinggi akan mempengaruhi warna berubah menjadi lebih gelap, keruh, dan berbuih sehingga minyak goreng lebih kental. Warna minyak goreng mengandung senyawa karotenoid. Karotenoid merupakan persenyawaan hidrokarbon tidak jenuh. Karotenoid bersifat tidak stabil jika digunakan berulang kali dalam suhu panas sehingga warna minyak goreng berubah menjadi lebih gelap. Beberapa bahan makanan dengan kandungan protein dan gula yang tinggi sebagai akibat dari reaksi Maillard dan karamelisasi. Selama proses pemurnian, terjadi perubahan warna yang signifikan.

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

#### 3. Aroma minyak goreng

Aroma minyak goreng semakin tajam atau tengik karena reaksi oksidasi menghasilkan komponen-komponen yang mempengaruhi aroma minyak. Aroma minyak yang kurang baik diakibatkan akumulasi komponen-komponen hasil oksidasi maupun hidrolisis.

Beberapa bahan makanan dengan kandungan protein dan gula yang tinggi akan memulai reaksi pencokelatan sebagai akibat dari reaksi Maillard dan karamelisasi. Selama proses pemurnian, terjadi perubahan warna yang signifikan. Kulit pisang mampu menyerap warna gelap pada UCO karena kandungan luteinnya.

#### **Sifat fisiko-kimia**

##### 1. Kadar air

Minimnya kadar air pada minyak goreng jelantah karena proses penguapan yang berulang kali.

##### 2. Kadar kotoran

Minyak goreng habis pakai digunakan berulang kali akan menimbulkan kotoran dari sisa-sisa penggorengan. Semakin banyak frekuensi minyak goreng habis pakai atau jelantah maka semakin banyak kotoran yang dihasilkan.

##### 3. Asam lemak bebas

Asam lemak bebas menunjukkan kesegaran minyak. Asam lemak bebas pada minyak kelapa sawit mengalami kenaikan disebabkan oleh adanya reaksi kompleks yang terjadi pada minyak goreng pada saat minyak dipanaskan, sehingga menyebabkan asam lemak bebas yang terkandung di dalam minyak semakin tinggi. Identifikasi asam lemak bebas menggunakan metode titrasi. Bilangan asam merupakan banyaknya miligram KOH yang dibutuhkan untuk menetralkan 1 gram minyak.

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Kadar asam lemak bebas merupakan parameter penting dalam menentukan kualitas minyak goreng karena dapat menentukan umur, kemurnian dan tingkat hidrolisis minyak. Kandungan asam lemak bebas yang melebihi 0,30% dari massa minyak menghasilkan rasa yang tidak diinginkan. Berdasarkan hasil analisis sampel minyak jelantah kadar asam lemak bebas cukup tinggi mencapai 1,23% sampai 1,4%.

#### **4. Peroksida**

Bilangan peroksida menunjukkan tingkat ketengikan minyak. Bila mengalami kenaikan karena peroksida terbentuk akibat proses pemanasan yang mengakibatkan kerusakan pada minyak dan menyebabkan minyak goreng menjadi tengik.

### **3.3. Komposisi Minyak Goreng Bekas**

Minyak goreng terdegradasi biasanya akan berwarna cokelat tua akibat adanya perubahan sifat fisika-kimia minyak dari proses pemanasan. Proses pemanasan dapat mempercepat reaksi hidrolisis trigliserida sehingga kandungan asam lemak bebas (*Free Fatty Acid*) di dalam minyak akan meningkat. Kandungan FFA dan air di dalam minyak berdampak negatif terhadap reaksi transesterifikasi karena metil ester dan gliserol akan susah untuk dipisahkan.

Struktur minyak yang telah terdegradasi akan berubah menjadi lebih kental dibandingkan dengan minyak baru yang belum pernah dipakai sebelumnya. Hal ini disebabkan karena adanya pembentukan dimer polimer asam dan gliserid di dalam minyak yang terdegradasi pada saat proses pemanasan pada suhu tinggi. Selain minyak akan menjadi kental, buih busa juga akan terbentuk dikarenakan adanya peningkatan angka penyabunan yang tinggi dan berat molekul dan angka iodin menurun. Mutu pada minyak goreng bekas dapat dilihat pada Tabel. 3.1 di mana akan ditunjukkan kandungan yang terkandung dalam minyak goreng bekas.

**Tabel 3.1 Mutu Minyak Goreng Bekas/Minyak Terdegradasi**

Parameter	Mutu
Kadar Air (%)	1.2412
Kadar Kotoran (%)	3.2779
Bilangan Peroksida (%)	0.0168
Bilangan Asam (%)	1.0037
Bilangan Asam (mg KOH/g)	17.85
Densitas	0.928
Tegangan Permukaan (mN/m)	0,33

Hidrolisis minyak dapat terjadi karena adanya pengaruh air dibantu dengan enzim serta panas. Berikut pembentukan reaksi asam lemak bebas yang memicu bilangan asam yang tinggi. Sehingga pengguna minyak goreng yang memanfaatkannya untuk menggoreng diupayakan menggunakan suhu yang sedang dan tidak menggunakan secara berulang sampai pekat. Pengguna diupayakan juga menghindari adanya air yang ada di bahan yang akan digoreng.



Pembentukan peroksida akan semakin cepat apabila adanya panas, pemanasan pada suasana asam, kelembaban udara dan katalis. Katalisator yang dapat mempercepat pembentukan bilangan peroksida dapat disebabkan oleh adanya logam seperti tembaga, besi, kobalt, vanadium, mangan, nikel, kromium yang terdapat di dalam minyak. Proses oksidasi yang mengakibatkan terbentuknya peroksida juga dapat terjadi karena adanya mikroorganisme.

Senyawa-senyawa organik dapat menghambat proses oksidasi yang memicu timbulnya senyawa peroksida. Salah satu senyawa organik adalah antioksidan. Antioksidan biasanya terdapat pada *tokoferol*, *polifenol*, *gasipol*, *antho-sianin* dan *flavone*. Selain itu, senyawa lain seperti senyawa organik sintesis biasanya sengaja ditambahkan di dalam minyak



### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

untuk menghambat proses oksidasi lemak. Senyawa-senyawa tersebut antara lain yaitu amino, sianida, sulfat dan fosfat.

Sebelum terjadi proses ketengikan, minyak atau lemak akan mengalami perubahan *rasa* dan bau di mana merupakan sifat ciri khasnya. Proses ini dapat disebut sebagai reversi. Terjadinya *reversi* banyak terjadi pada minyak untuk menggoreng gorengan para penjual makanan. Peristiwa ini disebabkan karena adanya proses pemanasan dan penggorengan pada temperatur tinggi dalam waktu yang terlalu lama. Ketengikan berbeda dengan reversi. Perbedaan antara ketengikan dan reversi dapat dilihat dari waktu terjadinya. Ketengikan terjadi pada titik puncak minyak tersebut sudah berubah rasa dan baunya. Sedangkan *reversi* merupakan proses sebelum terjadinya ketengikan. Selain itu, tidak semua minyak atau lemak akan mengalami peristiwa reversi karena daya tahan tiap minyak dan lemak sangat berbeda.

Rasa yang dihasilkan oleh selama *reversi* dan saat sudah terjadi ketengikan sangat berbeda. Ketengikan memiliki rasa yang sama untuk setiap jenisnya, sedangkan reversi berbeda perubahannya pada tiap-tiap minyak. Ketengikan dapat diidentifikasi melalui jumlah bilangan peroksida yang tinggi sedangkan pada revisi, bilangan peroksida bukan merupakan alasan mendasar terjadinya reversi.

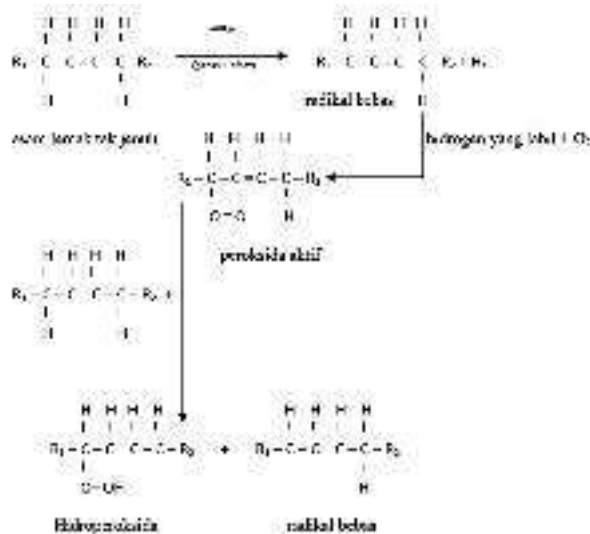
Pembentukan rasa tengik pada minyak diakibatkan adanya reaksi oksidasi oleh oksigen terhadap asam lemak tak jenuh. Tetapi penyebab lain ketengikan dapat terjadi dari berbagai faktor seperti

### **Ketengikan oleh Oksidasi (*Oxidative Rancidity*)**

Ketengikan akibat adanya proses oksidasi merupakan kerusakan minyak atau lemak yang paling utama dengan ditunjukkannya *rasa* dan bau tengik. Ketengikan ini terjadi karena adanya oto-oksidasi radikal asam lemak tak jenuh di mana berasal dari pembentukan radikal bebas yang disebabkan oleh cahaya, panas, jumlah bilangan peroksida, logam dan enzim-enzim.

**Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng**

Oksidasi molekul-molekul lemak yang mengandung radikal asam lemak tak jenuh merupakan alasan dasar munculnya rasa tengik. Rasa tengik ini dapat disebabkan karena adanya pembentukan senyawa-senyawa hasil pemecahan hidroperoksida. Menurut teori yang telah dipaparkan oleh literatur, dapat disimpulkan bahwa sebuah atom hidrogen yang terikat pada suatu atom karbon yang letaknya disebelah atom karbon lain yang mempunyai ikatan rangkap dapat dialihkan oleh suatu kuantum energi sehingga membentuk radikal bebas. Kemudian radikal ini akan berikatan dengan Oksigen (O<sub>2</sub>) (Gambar 3.2) membentuk peroksida aktif di mana akan menjadi hidroperoksida yang bersifat tidak stabil. Kemudian, hidroperoksida akan pecah menjadi senyawa dengan rantai karbon yang lebih pendek oleh radiasi energi tinggi, energi panas, katalis logam, atau enzim. Senyawa-senyawa dengan rantai C lebih pendek yang dihasilkan ini merupakan asam-asam lemak, aldehida-aldehida, dan keton yang bersifat volatil dan menimbulkan bau tengik pada lemak.

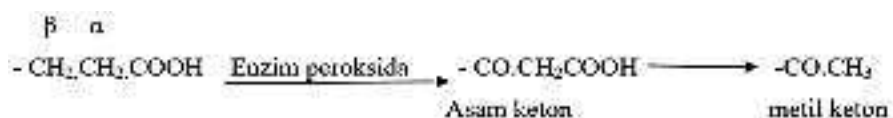


**Gambar 3.2 Reaksi Pembentukan Tengik oleh Oksidasi**

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

#### **Ketengikan oleh enzim (*enzymatic rancidity*)**

Ketengikan oleh enzim pada bahan makanan berlemak di mana yang memiliki kadar air dan kelembaban udara tertentu, merupakan medium yang baik bagi pertumbuhan jamur. Jamur tersebut mengeluarkan enzim, misalnya enzim lipo elastik dapat menguraikan trigliserida menjadi asam lemak bebas dan gliserol. Enzim peroksida dapat mengoksidasi asam lemak tidak jenuh sehingga terbentuk peroksida. Di samping itu enzim peroksida dapat mengoksidasi asam lemak jenuh pada ikatan karbon atom  $\beta$ , sehingga membentuk asam keton dan akhirnya metil keton, dengan reaksi pada Gambar 3.3.

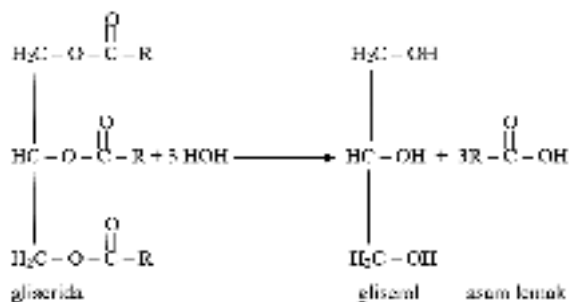


**Gambar 3.3 Reaksi Pembentukan *Rasa Tengik* oleh Enzim**

#### **Ketengikan oleh Proses Hidrolisis (*hidrolitic rancidity*)**

Dalam reaksi hidrolisis, minyak atau lemak akan diubah menjadi bermacam-macam asam lemak bebas dan gliserol. Reaksi hidrolisis yang dapat mengakibatkan kerusakan minyak atau lemak ini terjadi karena adanya kandungan air dalam minyak atau lemak, yang pada akhirnya menyebabkan ketengikan dengan perubahan rasa dan bau pada minyak tersebut. Reaksi yang mendasari bahwa ketengikan terjadi oleh adanya proses hidrolisis dapat dilihat pada Gambar 3.4.

### *Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng*

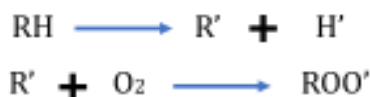


**Gambar 3.4 Reaksi Pembentukan Tengik oleh Proses Hidrolisis**

Salah satu fungsi dari angka iodida adalah untuk menunjukkan ketidak-jenuhan asam lemak penyusun minyak dan lemak. Asam lemak tidak jenuh mampu mengikat iodida dan membentuk senyawa yang jenuh. Banyaknya ikatan rangkap yang terdapat di dalam minyak dapat dilihat dari banyaknya iodida yang diikat, sehingga dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi angka iodida maka semakin baik pula kualitas minyak goreng tersebut.

Proses ini terjadi melalui mekanisme pembentukan senyawa radikal dari reaksi berantai di mana molekul triasilgliserol mengalami oksidasi dengan lemak tak jenuh. Tahap pertama di dalam reaksi oksidasi termal (sudah dijelaskan di BAB 2) adalah tahap inisiasi. Tahap inisiasi merupakan tahapan di mana senyawa radikal alkil terbentuk karena adanya abstraksi radikal hidrogen pada posisi allylic atau bis allylic di dalam rantai asam lemak tak jenuh. Pada tahap ini, pengaruh panas atau cahaya akan melepas atom hidrogen dari asam lemak yang dikembangkan dengan RH. Atom hidrogen dari asam lemak ini kemudian akan membentuk radikal alkil bebas (R') dan radikal hidrogen (H'). Oksigen yang bereaksi dengan radikal alkil akan membentuk radikal peroksil. Saat proses penggorengan di tahap inisiasi, tekanan oksigen di dalam minyak akan berkurang dengan disertai kenaikan suhu dan konsentrasi radikal alkil juga akan meningkat.

### **Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng**



Tahap kedua adalah propagasi. Pada tahap propagasi, senyawa radikal bereaksi dengan oksigen di mana akan dikendalikan oleh difusi untuk membentuk suatu radikal peroksil. Sehingga, pada akhirnya akan bereaksi dengan molekul triasilgliserol untuk menghasilkan hidroperoksida sebagai produk oksidasi primer dan radikal alkil baru.



Pada tahap akhir yaitu tahap terminasi, senyawa radikal akan bereaksi untuk menghasilkan spesies non-radikal yang relatif stabil.



### **Pemicu minyak goreng menjadi rusak**

Pemicu minyak goreng menjadi rusak karena reaksi oksidasi. Beberapa faktor lingkungan mempengaruhi reaksi oksidasi pada minyak goreng

#### 1. Komposisi asam lemak di dalam minyak goreng

Asam lemak jenuh lebih cepat teroksidasi daripada asam lemak tidak jenuh. Apabila derajat kejenuhan asam lemak semakin meningkat, laju pembentukan dan jumlah senyawa oksidasi primer juga akan semakin meningkat.

## ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

### 2. Suhu dan cahaya

Reaksi oksidasi minyak serta reaksi penguraian hidroperoksida akan meningkat seiring dengan peningkatan suhu di udara. Suhu rendah dapat memperlambat pembentukan reaksi oksidasi. Cahaya merupakan faktor yang sangat penting dari reaksi oksidasi. Cahaya yang panjang gelombangnya lebih pendek lebih cepat merusak minyak daripada yang Panjang gelombangnya lebih panjang. Oleh karena itu, kualitas minyak goreng akan semakin menurun apabila terpengaruh oleh efek cahaya dengan disertai kenaikan suhu.

### 3. Jumlah oksigen

Oksidasi yang terjadi pada minyak goreng dapat terjadi ketika minyak, oksigen, dan katalis saling berkaitan satu sama lain di dalam satu kontak. Konsentrasi oksigen yang terdapat di dalam minyak tergantung pada tekanan parsial oksigen itu sendiri. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Przybylski dan Eskin, jumlah oksigen yang dilarutkan di dalam minyak dapat mengoksidasi membentuk peroksida sebanyak 10 meq/Kg di dalam kondisi gelap. Konsentrasi oksigen untuk mengoksidasi minyak dapat meningkatkan suhu udara pula. Jumlah oksigen yang dibutuhkan serta derajat suhu bergantung pada kelarutan oksigen di dalam minyak.

### 4. Kecepatan aerasi

Kecepatan aerasi juga memegang peranan penting dalam menentukan perubahan-perubahan selama oksidasi thermal. Nilai kekentalan naik secara proporsional dengan kecepatan aerasi, sedangkan bilangan iod semakin menurun dengan bertambahnya kecepatan aerasi. Konsentrasi persenyawaan karbonil akan bertambah dengan penurunan kecepatan aerasi. Senyawa karbonil.

## ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

### **5. Katalis logam**

Bahan pangan berlemak pada umumnya mengandung logam dalam jumlah yang sangat kecil. Logam ini biasanya telah terdapat secara alamiah dalam bahan atau sengaja ditambahkan untuk tujuan tertentu, yang berada dalam bentuk garam kompleks, garam organik maupun garam inorganik. Garam-garam ini biasanya sukar melepaskan secara sempurna dari lemak. Beberapa logam seperti Fe, Cu, Mn, Ni, Co, umumnya mempercepat kerusakan lemak dalam bahan pangan. Hal ini mengakibatkan off rasa yang khas yaitu berbau apek pada konsentrasi di bawah 100 ppm. Fungsi logam sebagai katalisator oksidasi dapat dihambat dengan melepaskan katalis logam dari lemak selama tahap permulaan proses oksidasi dan menambahkan zat penghambat yang kuat ke dalam sistem auto-oksidasi akan mencegah oksidasi lebih lanjut.

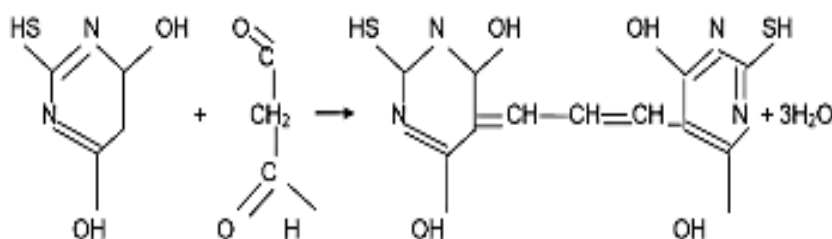
### **3.4. Kualitas Minyak Bekas**

Kualitas minyak goreng bekas ditentukan oleh seberapa banyak jumlah asam lemaknya. Hal ini dikarenakan asam lemak yang terkandung sangat mempengaruhi sifat fisik, kimia dan stabilitas minyak goreng selama proses penggorengan. Komponen asam lemak yang terkandung di dalam minyak goreng biasanya sekitar 90-96%. Sehingga, sangat mudah apabila minyak goreng mengalami perubahan sifat fisik dan kimianya. Selain itu, derajat kejenuhan asam lemak, penyebaran ikatan rangkap dari asam lemaknya serta bahan-bahan selama proses penggorengan juga dapat mempengaruhi stabilitas minyak goreng itu sendiri. Suatu parameter kesegaran minyak goreng dapat dilihat dari seberapa banyak asam lemak bebasnya. Asam lemak bebas dengan jumlah besar yang terikut di dalam minyak pada proses penggorengan akan menurunkan kualitas minyak itu sendiri.

Kualitas yang terkandung di dalam minyak goreng akan semakin menurun apabila minyak menimbulkan tanda-tanda seperti bau, berasap serta tengik. Sifat tengik yang dimiliki minyak goreng berasal

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

dari aldehid di mana sebagai malonaldehid. Malonaldehid yang direaksikan dengan TBA akan menghasilkan kromogen MDA-TBA (Gambar 3.5) berwarna merah. Bilangan TBA merupakan parameter untuk menentukan tingkat ketengikan thiobarbiturate dengan malonaldehid yang merupakan hasil dekomposisi peroksida. Nilai TBA yang tinggi menunjukkan kadar malonaldehid di dalam minyak tinggi pula. Oleh karena itu, apabila nilai TBA dan malonaldehid suatu minyak sangat tinggi maka kualitas minyak akan semakin menurun. Parameter besarnya malonaldehid yang terkandung di dalam minyak dapat dilihat dari warna yang terbentuk semakin merah. Uji derajat ketengikan di dalam suatu minyak dapat dilihat menggunakan alat Spektrofotometer.



**Gambar 3.5 Reaksi Pembentukan Kromogen MDA-TBA**

Kualitas minyak goreng bekas yang lain seharusnya memiliki kemampuan untuk tidak mudah terurai pada suhu tinggi. Hal ini didukung dengan adanya ikatan jenuh paling banyak ditemukan pada Minyak kelapa dan sawit mempunyai ikatan jenuh paling banyak dibandingkan dengan minyak yang lain. Minyak ini lebih stabil terhadap pengaruh pemanasan dan oksidasi karena mempunyai banyak ikatan rangkap 2 yaitu Omega 9 atau asam oleat adalah bagian dari minyak yang berbentuk cair yang disebut olein. Omega 9 memiliki ikatan rangkap dan mempunyai pengaruh positif terhadap kesehatan, tetapi akan menjadi tidak bermanfaat apabila dipanasi. Oleh karena itu, apabila ingin mendapatkan manfaat dari minyak goreng yang



### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

mengandung omega 9 sebaiknya langsung diminum bukan untuk menggoreng. Kandungan asam lemak bebas (*free fatty acid*, FFA) dalam minyak juga merupakan ukuran kualitas minyak. FFA dinyatakan dengan bilangan asam atau angka asam.

Pengukuran viskositas yang dilakukan dalam minyak goreng setelah proses penggorengan merupakan parameter sifat fisik dari kualitas minyak goreng itu sendiri. Viskositas merupakan ukuran yang menyatakan kekentalan suatu cairan minyak goreng. Kekentalan yang dimiliki oleh minyak goreng sangat berkaitan dengan hambatan cairan dari proses aliran. Cairan yang memiliki viskositas kecil berarti memiliki daya aliran cepat. Sedangkan cairan yang mengalir lambat mempunyai viskositas yang besar.

Minyak goreng yang belum pernah dipakai memiliki nilai kerapatan yang besar daripada minyak goreng yang sudah dipakai berulang kali. Hal ini diakibatkan karena minyak goreng yang mempunyai nilai kerapatan kecil telah mengalami pemanasan sehingga ikatan antar molekulnya berkurang dan menyebabkan kerapatan berkurang. Minyak goreng yang belum pernah dipakai mempunyai nilai kerapatan yang paling besar karena belum mengalami pemanasan, sehingga molekul-molekulnya tidak mengalami perenggangan sehingga kerapatannya masih besar. Viskositas dalam cairan ditimbulkan oleh gesekan dalam lapisan-lapisan dalam cairan, sehingga makin besar gesekan yang terjadi maka viskositasnya semakin besar, begitu juga jika gesekan yang terjadi lebih kecil, maka viskositasnya juga kecil.

Setelah dipakai viskositas minyak goreng semakin mengental karena reaksi polimerisasi sehingga membutuhkan suhu semakin tinggi untuk menggoreng. Hal ini akan semakin membuat rusak minyak goreng dan berakhir bahwa kandungan minyak aslinya seperti trigliseridanya semakin habis.

### 3.5. Pengolahan Minyak Goreng Bekas

Pengolahan minyak goreng bekas menjadi murni kembali sangat efektif dan efisien karena dapat digunakan kembali untuk memasak sehingga tidak perlu mengeluarkan biaya tambahan untuk membeli minyak baru dalam jumlah banyak. Tahap awal dalam pengolahan minyak goreng bekas adalah pemurnian, di mana bertujuan untuk memperoleh minyak yang bermutu baik. Sehingga hal yang dapat dilakukan seperti pemurnian lemak dan minyak dari kotoran di dalamnya. Selain itu, tujuan utama dari proses pemurnian adalah untuk menghilangkan rasa dan bau tidak enak, warna cokelat gelap serta dapat digunakan kembali. Berbagai tahap dapat dilakukan dalam pemurnian minyak goreng seperti:

#### **Penghilangan Bumbu (*Despicing*)**

Dalam proses pemurnian diawali dengan proses penghilangan bumbu di mana proses ini merupakan proses pengendapan dan pemisahan kotoran akibat bumbu dan kotoran bahan pangan. Pemurnian ini dilakukan dengan pemanasan uap dan absorben. Berikut diagram alir proses penghilangan bumbu seperti pada Gambar 3.6.

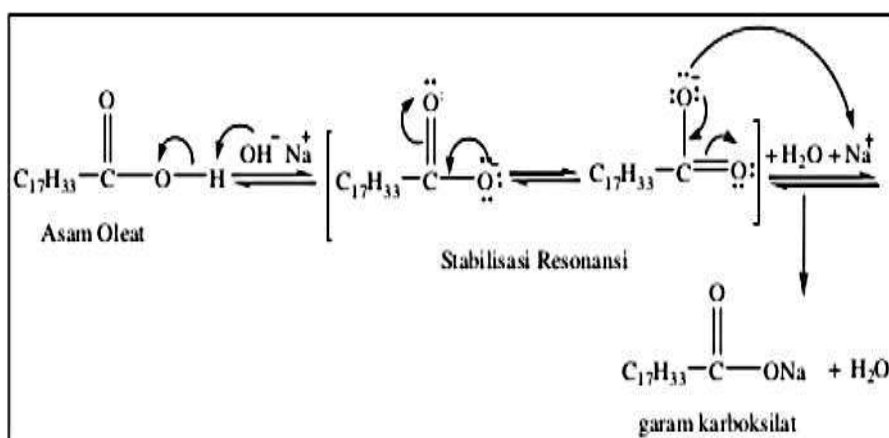


**Gambar 3.6 Diagram Alir *Despicing* Minyak Goreng Bekas**

## Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng

### Netralisasi

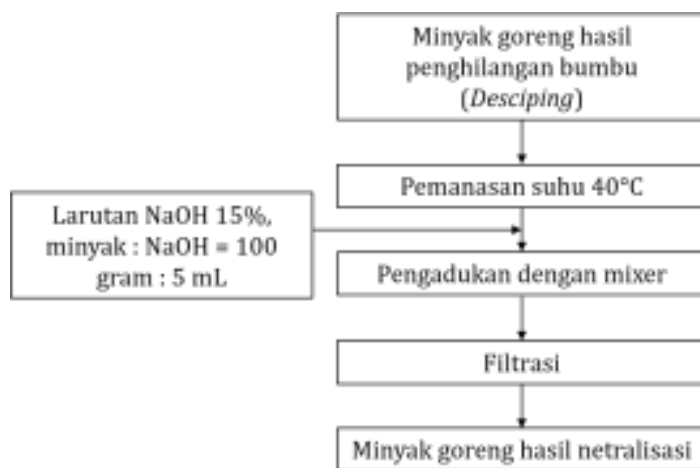
Dalam tahap ini dilakukan pemisahan asam lemak bebas dari minyak menggunakan cara mereaksikannya dengan larutan alkali sehingga akan terbentuk sabun. Hal ini dilakukan dengan tujuan untuk menetralkan asam lemak bebas, memperbaiki rasa dan memudarkan warna gelap pada minyak tersebut. Banyak cara yang dapat dilakukan dalam proses penetralan seperti penambahan alkali, natrium karbonat, amonia atau dengan cara penguapan. Berikut reaksi yang terjadi pada proses netralisasi pada Gambar 3.7.



**Gambar 3.7 Mekanisme Reaksi Netralisasi**

Perlu diingat apabila kandungan asam lemak tinggi maka penambahan alkali, natrium karbonat, amonia perlu ditingkatkan. Dampak dari konsentrasi alkali yang terlalu tinggi dapat menyebabkan makin tingginya trigliserida yang tersabunkan. Diagram alir proses netralisasi terutama pada minyak goreng bekas ditampilkan pada Gambar 3.8.

### *Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng*



**Gambar 3.8 Diagram Alir Netralisasi Minyak Goreng Bekas**

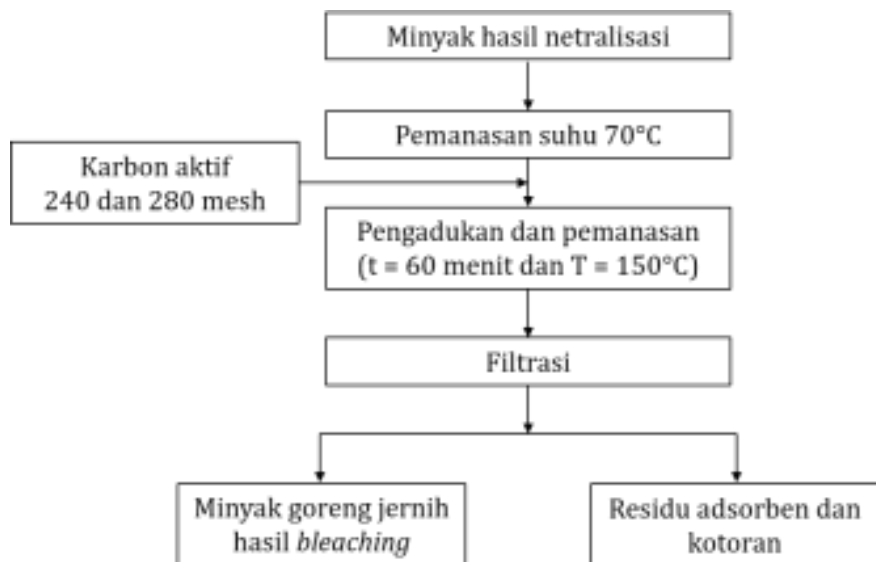
#### **Pemucatan (*Bleaching*)**

Pemucatan adalah suatu tahap proses pemurnian untuk menghilangkan zat-zat warna yang tidak disukai dalam minyak goreng. Warna alami dari minyak goreng dapat berasal dari warna yang dihasilkan oleh aktivitas biologis tanaman penghasil minyak, atau warna yang didapat pada proses untuk mendapatkan minyak dari bahan bakunya.

Pemucatan merupakan tahap yang dilakukan agar zat warna yang disebabkan oleh proses degradasi, pengaruh logam serta proses oksidasi dapat hilang. Prinsip utamanya yaitu dengan teknik adsorpsi sehingga zat warna dan hasil dari degradasi minyak seperti peroksida dapat diadsorpsi oleh permukaan adsorben.

Proses lengkap pemucatan minyak goreng bekas secara bagan masing-masing proses disajikan pada Gambar 3.9.

### **Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng**



**Gambar 3.9 Diagram Alir Bleaching Minyak Goreng Bekas**

### **Penghilangan Bau (Deodorisasi)**

Proses penghilangan bau biasanya dilakukan dengan cara vakum yang nantinya akan dipanaskan dengan aliran uap panas yang membawa senyawa volatil. Tujuan utama dari tahap ini adalah agar zat-zat yang menyebabkan rasa dan bau tidak enak pada minyak dapat hilang. Berikut hasil dari pemurnian minyak goreng ditunjukkan pada Gambar 3.10 tampak warna minyak masih berwarna cokelat kemerahan. Setelah dilakukan penghilangan bau tampak perubahan terutama bau menjadi berkurang sedangkan warna berubah agak lebih kekuningan.

*Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng*



(a)



(b)

**Gambar 3.10 Minyak Goreng (a) Sebelum dan (b) Sesudah Penghilangan Bau**

## **BAB IV**

### **BIOMASSA KARBON AKTIF SEBAGAI ADSORBEN MINYAK JELANTAH**

Biomassa termasuk limbah terbiodegradasi yang dapat dibakar sebagai bahan bakar. Biomassa tidak mencakup materi organik yang telah tertransformasi oleh proses geologis menjadi zat seperti batu bara atau minyak bumi. Material limbah biomassa sebagai adsorben potensial untuk penyerap polutan. Teknologi pengolahan konvensional untuk menghilangkan polutan dari lingkungan biasanya tidak layak secara ekonomi atau selanjutnya dapat menghasilkan lumpur kimia beracun dalam jumlah besar yang dibutuhkan.

#### **4.1. Perlu Memurnikan Minyak Jelantah**

Adsorben berbasis biomassa dapat digunakan untuk menjerap minyak jelantah yang mempunyai bilangan asam tinggi. Minyak goreng bekas (jelantah) merupakan limbah yang berasal dari berbagai jenis minyak goreng serta minyak jagung, minyak sawit, dan minyak kelapa. Minyak ini dapat digunakan kembali, yang berarti memperpanjang nilai gunanya sebagai minyak goreng dengan memisahkan dengan pengotor yang merugikan kesehatan dari minyak goreng. Minyak goreng dengan trigliserida yang masih tersisa dapat digunakan lagi tanpa harus dibuang akibat sudah tidak layak. Hal ini dapat diartikan bahwa kandungan senyawa yang bersifat karsinogenik dalam minyak jelantah harus dibersihkan terlebih dahulu sebagai hasil dari proses pemanasan yang berulang tersebut kualitas minyak menjadi rendah dan sifat fisika-kimianya sedang berbeda dengan minyak murni.

## ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Akibat pemanasan dan penggorengan lebih dari satu kali sehingga beberapa ikatan rangkap menjadi jenuh dan teroksidasi untuk membentuk gugus peroksida dan monomer siklik. Bilangan peroksida adalah yang paling banyak nilai penting untuk menentukan tingkat kerusakan minyak atau lemak.

Minyak jelantah yang sudah mulai buruk kualitasnya segera dapat diatasi dengan meningkatkan kualitas minyak goreng. Perlu perlakuan teknis dengan adsorpsi proses menggunakan karbon aktif sebagai adsorben. Keuntungan menggunakan karbon aktif lebih efektif untuk menyerap warnanya sehingga karbon aktif dapat digunakan dalam jumlah kecil. Selain warnanya, karbon aktif juga bisa menyerap sebagian bau yang tidak diinginkan dan mengurangi jumlah kandungan asam lemak bebas sehingga meningkatkan kualitas minyak.

Asam lemak bebas dalam minyak goreng terbentuk dari proses hidrolisis yang terjadi selama penggorengan. Asap air terjadi saat menggoreng karena hidrolisis trigliserida yang selanjutnya membentuk asam lemak bebas, digliserida, monogliserida, dan gliserol, yang ditunjukkan dengan bilangan asam. Kadar asam yang tinggi pada minyak goreng merupakan indikator kualitas yang buruk. Dalam hal ini, penggunaan minyak goreng secara berulang akan meningkatkan bilangan asam dan berbahaya. Apalagi minyak goreng bila dibuang sebagai limbah akan menimbulkan masalah lingkungan.

### **4.2. Penurunan Bilangan Asam pada Minyak Jelantah**

Berbagai cara telah diupayakan untuk meminimalkan dampak negatif dari minyak goreng bekas berulang kali dengan cara menurunkan bilangan asam. Adsorben dari silika gel, magnesium oksida, aluminium hidroksida, dan tanah liat telah dicoba. Beberapa peneliti telah mencoba mengurangi angka asam minyak goreng menggunakan silika dari sekam abu tanaman padi, mencapai penurunan 25%.



### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Adsorpsi dulu dilakukan dengan zeolit alam yang diaktivasi dengan larutan HCl dan NaOH dilanjutkan dengan proses kalsinasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa zeolit teraktivasi NaOH menurunkan kadar FFA pada minyak goreng kadar rendah lebih banyak dibandingkan zeolit alam teraktivasi HCl, dengan konsentrasi NaOH optimum 0,75 M.

Bilangan asam yang lebih rendah pada minyak goreng bekas dengan zeolit alam teraktivasi sebesar 1,7 mg KOH/g. Penetralkan minyak goreng bekas dengan tanah diatomik dengan variasi suhu, dan menemukan 50-60 °C sebagai hasil terbaik. Dengan demikian adsorben merupakan media terbaik untuk mereduksi bilangan asam pada minyak goreng alami maupun aktif.

Karbon aktif dari sabut kelapa merupakan salah satu bahan terbaik dalam proses adsorpsi. Ampas tebu juga terbukti efektif dalam melakukannya. Selain itu, ampas nanas juga telah digunakan Berdasarkan informasi di atas, teknik adsorpsi ternyata efektif dalam menurunkan bilangan asam minyak goreng bekas. Proses adsorpsi pemurnian minyak bekas dapat menggunakan arang aktif dari biomasa. Penggunaan bio-adsorben berbasis karbon aktif dari ampas nanas, ampas tebu, dan sabut kelapa untuk menurunkan angka asam lemak bebas (FFA) minyak goreng. Variasi ukuran partikel, waktu perendaman, dan sumber biokadsorben dilakukan untuk mendapatkan formulasi terbaik.

### **4.3. Karbon Aktif Tempurung Kelapa**

Penggunaan tempurung kelapa, sebagian kecil hanya digunakan sebagai bahan bakar untuk pengasapan kopra saja. Padahal, tempurung kelapa dapat diolah menjadi berbagai macam produk olahan bernilai ekonomi tinggi seperti pembuatan karbon aktif yang dapat dimanfaatkan sebagai adsorben dalam minyak jelantah.

Adsorpsi adalah proses menyusun zat terlarut pada suatu senyawa dengan absorbansi, di mana ikatan kimia fisik terbentuk di

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

antaranya. Senyawa berbasis karbon adalah bio-adsorben hidrofobik dan non-polar. Salah satu contohnya adalah karbon aktif yang dikenal sebagai adsorben terbaik di sistem. Ini karena luas permukaan dan daya adsorpsi adsorben yang tinggi. Tempurung kelapa (Gambar 4.1) terkenal digunakan sebagai arang untuk membakar sate atau untuk memasak atau untuk bahan bakar.

Karbon aktif tempurung kelapa merupakan suatu bentuk arang yang telah melalui aktivasi dengan menggunakan gas CO<sub>2</sub>, uap air atau bahan-bahan kimia sehingga pori-porinya terbuka dan mempunyai daya adsorpsinya menjadi lebih tinggi.



**Gambar 4.1 Tempurung Kelapa**

Sumber: Kompasiana.com

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh para ahli komposisi kimia yang terdapat di dalam tempurung kelapa dapat dilihat pada Tabel 4.1. Potensi sebagai bahan pembuat arang aktif dapat dilihat dari sifat yang dimiliki yaitu selulosa, pentosane dan lignin.

**Tabel 4.1 Komposisi Kimia Tempurung Kelapa**

<b>Kandungan</b>	<b>Persentase Hasil</b>
Selulosa	26,6 %
Lignin	29,40 %

### **Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng**

<b>Kandungan</b>	<b>Persentase Hasil</b>
Pentosan	27,70%
Solvent Ekstraktif	4,20%
Uronat Anhidrid	3,50%
Nitrogen	0,11%
C	74,3
O	21,9
Si	0,2
K	1,4
S	0,5
P	1,7

Arang merupakan hasil pembentukan akibat terjadinya proses pirolisis. Reaksi pirolisis pada pembakaran tempurung kelapa terjadi karena adanya pembakaran tidak sempurna yang menyebabkan senyawa karbon kompleks tidak dapat teroksidasi menjadi karbon dioksida. Energi panas, yang terjadi pada proses oksidasi tempurung kelapa berfungsi untuk mengurai molekul karbon kompleks sehingga membentuk arang. Reaksi pembentukan arang terjadi pada suhu 150-300°C. Arang tempurung kelapa mempunyai karakteristik seperti pada Tabel 4.2.

**Tabel 4.2 Karakteristik Arang Tempurung Kelapa**

<b>Jenis Analisis</b>	<b>Hasil Pengujian</b>
Kadar air	5,672 %
Kadar abu	10,32 %
Surface area (BET)	11

Karbon aktif merupakan produk lanjutan dari arang. Karbon aktif bersifat menyerap segala kotoran yang ada di sekitarnya. Secara umum karbon atau arang aktif dapat dibuat dari tempurung kelapa dengan pemanasan pada suhu 600-2000°C dan bertekanan tinggi. Sehingga, hasil dari pemanasan akan membentuk rekahan-rekahan (rongga) sangat halus dengan jumlah yang sangat banyak dan berdampak pada luas permukaan arang yang semakin besar. Karbon

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

aktif yang ditimbang sebanyak 1 (satu) gram pada umumnya memiliki luas permukaan 500-1500 m<sup>2</sup>, di mana dapat efektif menangkap partikel-partikel kecil dengan ukuran 0,01-0,0000001 mm.

Karbon aktif akan menyerap apa saja yang berkontak dengannya baik di air maupun di udara. Maka karbon aktif banyak digunakan untuk penyaringan baik air ataupun udara. Karbon aktif yang digunakan sebagai penyaring udara, maka pori-porinya akan menangkap berbagai polusi yang beterbangan di udara. Dalam waktu 60 jam, arang aktif biasanya akan jenuh, sehingga biasanya arang aktif dikemas dalam kemasan kedap udara. Pada umumnya, arang aktif digunakan sebagai bahan penyerap dan penjernih khususnya pada pemurnian minyak jelantah.

Karakteristik fisik dari karbon aktif (Tabel 4.3) mempunyai bentuk yang bermacam- macam dengan berbagai ukuran, seperti butiran halus/bubuk, mudah hancur yang berukuran besar adalah pelet dan granular. Karbon aktif mempunyai kadar abu yang tinggi dan biasanya digunakan untuk menghilangkan bau, rasa, warna, dan kontaminan organik lainnya. Sedangkan arang aktif fasa gas dihasilkan dari material dengan berat jenis tinggi.

**Tabel 4.3 Bentuk Karbon Aktif**

<b>Bentuk Karbon Aktif</b>	<b>Ukuran</b>
Gravel	
Pelet	0.8-5 mm
Bubuk/PAC	0.18 mm (mesh 80)
Granular	0.2-5 mm
Lembaran fiber	

Serbuk karbon aktif berbentuk bubuk/PAC lebih mudah digunakan dalam pengolahan air dengan sistem pembubuhan yang sederhana dikarenakan memiliki luas permukaan kecil sehingga mudah larut dalam air.

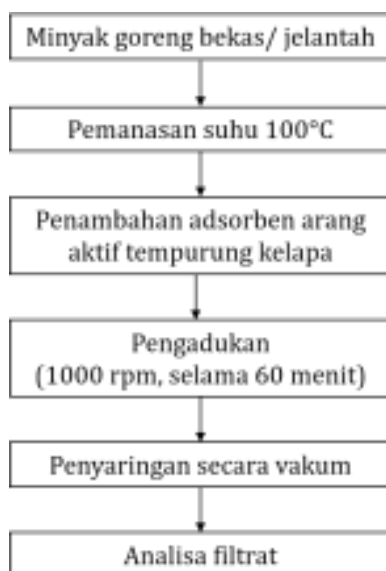
### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Pembuatan adsorben dari tempurung kelapa dapat dilakukan melalui langkah-langkah sebagai berikut

1. Membersihkan limbah tempurung kelapa dari berbagai kotoran, tanah yang menempel
2. Cangkang kelapa sawit dijemur di bawah sinar matahari sampai kering (berat kosong).
3. ditimbang sebanyak 50 g, dikarbonisasi pada suhu 400°C selama 0,5 jam dalam alat pirolisis dengan sedikit udara.
4. Melakukan proses aktivasi dengan menambahkan asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) ke dalam hasil gilingan tempurung kelapa.
5. Memanaskan serbuk di dalam *furnace* pada temperatur 170°C selama satu jam
6. Menaikan temperatur pada suhu 500°C selama satu jam hingga tempurung berubah warna seperti karbon.
7. Karbon yang diperoleh didinginkan sampai suhu kamar
8. Melakukan pencucian menggunakan aquadest
9. Setelah dilakukan pencucian, padatan dikeringkan di dalam oven untuk mendapatkan karbon aktifnya.
10. Melakukan Analisa menggunakan spektrofotometer.
11. Melakukan proses adsorpsi ke dalam minyak jelantah dengan menggunakan massa arang aktif yang bervariasi: 2, 4, 6, 8, 10, 12.

Mekanisme untuk memproses minyak jelantah dapat melihat diagram bagan proses pada Gambar 4.2.

### *Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng*



**Gambar 4.2 Skema Uji Adsorpsi Arang Aktif Tempurung Kelapa**

#### **4.4. Karbon Aktif Ampas Nanas, Ampas Tebu Sabut Kelapa**

Penggunaan minyak goreng yang luas menjadikannya sebagai salah satu bahan yang dibutuhkan dalam jumlah banyak. Kebanyakan orang menggunakannya berulang kali tanpa pertimbangan kesehatan. Penggunaan bio-adsorben berbasis karbon aktif dari ampas nanas, ampas tebu, dan sabut kelapa untuk mengurangi angka asam lemak bebas (FFA) minyak goreng. FFA dalam minyak ditemukan 0,27%; Namun setelah digoreng tiga kali nilai terendah yang ditemukan adalah 7,10%.

1. Tiga jenis sumber bio-adsorben digunakan dalam penelitian ini. Ampas nanas, ampas tebu, dan sabut kelapa dipilih sebagai sumber ditunjukkan pada Gambar 4.3.
2. Metode yang digunakan adalah Rancangan Acak Faktorial dengan ukuran partikel (150, 180, dan 225  $\mu\text{m}$ ),

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

3. sumber bio-adsorben (ampas nanas, ampas tebu, dan sabut kelapa) dan waktu perendaman (1 x 24 jam, 2 x 24 jam, x 24 jam) variasi.

Proses pembuatan adsorben mengikuti tahapan persiapan, pembuatan arang dan karbon aktif.

#### **Persiapan bio-adsorben berbasis karbon aktif**

Ampas nanas, ampas tebu, dan sabut kelapa dibersihkan dan dipanaskan pada suhu 200 ° C selama 120 menit. Karbon yang terbentuk kemudian diaktivasi dengan 0,1 N  $\text{KMnO}_4$  selama 24 jam. Karbon aktif kemudian dicuci dengan aquadest dan dikeringkan pada suhu 115 ° C selama 1 jam. Setelah itu disaring dengan *mesh* 150, 180, atau 225  $\mu\text{m}$ .

#### **Persiapan minyak goreng**

Minyak goreng nabati untuk penelitian digunakan sebanyak tiga kali untuk menggoreng lele, disaring dengan saringan besi, dan dimasukkan ke dalam stoples tertutup.



(a)

(b)

(c)

**Gambar 4.3 (a) Ampas Nanas (b) Ampas Tebu dan (c) Serabut Kelapa Sebagai Bioadsorben Minyak Jelantah**

## ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

### **Proses adsorpsi**

Karbon aktif (10 g) direndam dalam 150 g minyak goreng jelantah. Itu dibiarkan mengendap sebentar sebelum pencampuran dengan pengaduk magnet selama 1 x 24 jam, 2 x 24 jam, atau 3 x 24 jam. Minyak kemudian disaring dengan kertas saring dan dianalisis.

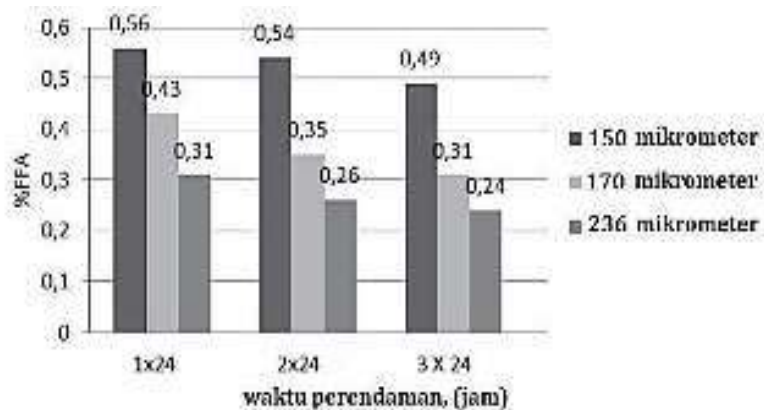
Pengukur FFA minyak goreng jelantah yang digunakan untuk menggoreng lele, bahwa minyak goreng tanpa penggorengan mempunyai FFA 0,27%, sedangkan minyak goreng bekas setelah 3 kali lele digoreng 0,7%. Proses penggorengan menyebabkan peningkatan suhu dan kerusakan ganda ikatan minyak, yang pada gilirannya meningkatkan jumlah FFA. Menggoreng ikan lele tiga kali terbukti meningkat nilai FFA. Reaksi oksidasi sebagai akibat serangan asam lemak tak jenuh dalam minyak akan membentuk peroksida. Selanjutnya, ini akan menciptakan asam lemak bebas, aldehida, dan keton, yang memicu bau tak sedap minyak, dikenal sebagai tengik.

Indikator kualitas oli rendah yang diukur adalah bilangan FFA, perubahan warna, nilai saponifikasi, dan viskositas. Tidak semua merek minyak memiliki nilai FFA yang sama. Riset menggunakan berbagai merek minyak goreng menunjukkan hasil yang cukup tinggi Angka FFA untuk minyak jelantah (0,79%). Hal ini menunjukkan bahwa minyak yang digunakan dalam penelitian tidak layak dan tidak memenuhi standar. Jadi, preferensi minyak goreng sangat penting untuk menjamin keamanan dan kesehatan penggunaannya.

Alasan pemilihan biomassa adalah kandungan lignin dan selulosa yang tinggi. Menggunakan kembali produk limbah sebagai barang yang lebih berguna. Hasil adsorpsi terhadap angka FFA menunjukkan bahwa ampas tebu sebagai sumber bio-adsorben efektif menurunkan kadar FFA. Waktu pencelupan terlalu lama dan terkecil ukuran partikel adalah yang paling efektif.



### **Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng**



**Gambar 4.4 Ampas Tebu Menurunkan Angka FFA pada Ukuran Partikel dan Variasi Waktu Perendaman**

Dapat disimpulkan bahwa waktu perendaman, ukuran partikel, dan jenis bio-adsorben memiliki pengaruh berpengaruh pada penurunan bilangan asam lemak bebas dalam minyak goreng yang ditunjukkan pada Gambar 4.4. FFA terendah pada bio-adsorben ampas tebu (0,24%), diikuti oleh sabut kelapa (0,28%), dan ampas nanas (0,34%).

### **4.5. Karbon Aktif Kulit Pisang**

Pisang kepok memiliki berbagai manfaat yang berguna bagi tubuh. Dalam buah pisang kepok mulai dari rizoma yang dimilikinya sampai kulit pisang kepok (Gambar 4.5) dapat kita ambil manfaatnya. Daging buah sebagai bahan makanan, kulit pisang kepok dapat dimanfaatkan untuk membuat cuka pisang kepok dengan proses fermentasi, bonggol pisang kepok dapat dijadikan soda sebagai bahan baku sabun dan pupuk kalium.

### *Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng*



**Gambar 4.5 Kulit Pisang dari Buah Pisang Kepok**

Kulit maupun buah pisang kepok memiliki kandungan karbohidrat yang cukup tinggi. Pada umumnya, masyarakat hanya memakan buahnya saja dan membuang kulit pisang kepok begitu saja. Di dalam kulit pisang kepok ternyata memiliki kandungan vitamin C, B, kalsium, protein, dan juga lemak yang cukup. Hasil analisis kimia (Tabel 4.4) menunjukkan bahwa komposisi kulit pisang kepok banyak mengandung air yaitu 68,90 % dan karbohidrat sebesar 18,50 %.

**Tabel 4.4 Komposisi Kimia Kulit Pisang Per 100g**

<b>Unsur</b>	<b>Jumlah (%)</b>
Air	68,9
Karbohidrat	18,5
Protein	2,11
Lemak	0,32
Kalsium	715 g
Fosfor	117 g
Iron	1,60 mg
Vitamin B	0,12 mg
Vitamin C	17.50 mg

(IRDC, Jawa Timur 1982)

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Pada pemurnian minyak jelantah digunakan minyak jelantah hasil gorengan perenang di sekitar pasar dengan penggorengan sebanyak tiga kali. Disisi lain kulit pisang yang digunakan untuk pembuatan arang aktif juga dikumpulkan dari pedagang gorengan di lokasi yang sama.

Persiapan pembuatan material karbon aktif adalah kulit pisang kepok dilakukan pemotongan dengan dimensi ukuran  $\pm 1 - 1,5$  cm, agar memudahkan. Penguapan air dilakukan selama 2-3 hari dengan menggunakan panas matahari. Pemanasan dilanjutkan pada suhu  $150$  °C- $200$  °C di dalam tungku pemanas, setelah itu arang dikeluarkan dan didinginkan.

Arang kulit pisang dihaluskan dengan ukuran mata jaring 100 *mesh* dan jaring 140 *mesh*, sebanyak adsorben yang digunakan masing-masing 36 g dan proses adsorpsi selama 2 jam, 4 jam dan 6 jam. Kemudian bahan lainnya sebagai bahan kimia untuk analisis meliputi: NaOH 1 N, Indikator fenolftalein (pp), Etanol teknis 96% dan Akuades.

Penentuan tingkat kerusakan adalah kadar air minyak utama karena dengan adanya air maka minyak akan lebih rentan terhidrolisis, yang merupakan awal dari proses penguraian minyak selanjutnya. Air yang diatur ini secara fisik terikat air dengan minyak. Karbon aktif berdasarkan pola strukturnya merupakan bahan karbon amorf yang sebagian besar terdiri dari karbon bebas dan memiliki permukaan bagian dalam yang memiliki daya serap tinggi. Arang aktif dari kulit pisang dapat digunakan dalam proses pembuatan minyak goreng berkualitas, proses ini menggunakan metode adsorpsi. Hal ini terbukti dari proses peningkatan kualitas minyak goreng yang digunakan oleh pedagang gorengan di pasar puntet terjadi penurunan Asam Lemak Bebas, dan bilangan saponifikasi kandungan air.

Dari hasil analisis diperoleh perhitungan karakteristik minyak goreng bekas sebelum dimurnikan dengan adsorben yang ditunjukkan pada Tabel 4.5.

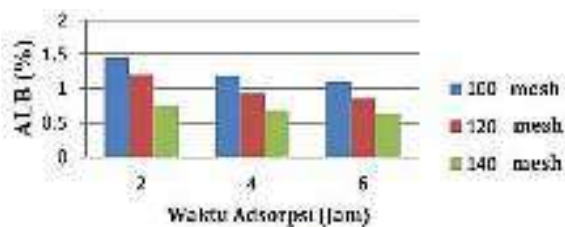
## Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng

**Tabel 4.5 Karakteristik Jelantah yang Digunakan**

Sampel	Asam lemak bebas (%)	Angka Peyambunan	Kandungan Air (%)
Minyak jelantah	2,9	300,19	0,72

Dapat dilihat pada Gambar 4.6. hasil analisis asam lemak bebas asam lemak setelah proses adsorpsi menggunakan adsorben arang aktif. Semakin lama waktu absorpsi semakin besar penurunan asam lemak bebas, yaitu 6 jam penurunan tertinggi dari Asam Lemak Bebas. Ini juga mempengaruhi penggunaan partikel adsorben, hal ini karena permukaan arang aktif non polar, selain komposisi dan polaritasnya, ukuran partikel dan pori juga faktor penting yang harus kita perhatikan. Ukuran partikel berhubungan dengan luas permukaan, semakin kecil diaktifkan ukuran partikel arang semakin besar luas permukaannya, sehingga kecepatan adsorpsinya meningkat dan dapat menyerap lebih baik. Ukuran partikel *mesh* lebih efisien dibandingkan dengan ukuran 100 *mesh* dan 120 *mesh*. Persentase asam lemak bebas tertinggi. Penurunan asam sebesar 78,38% diperoleh pada ukuran partikel adsorben 140 *mesh*.

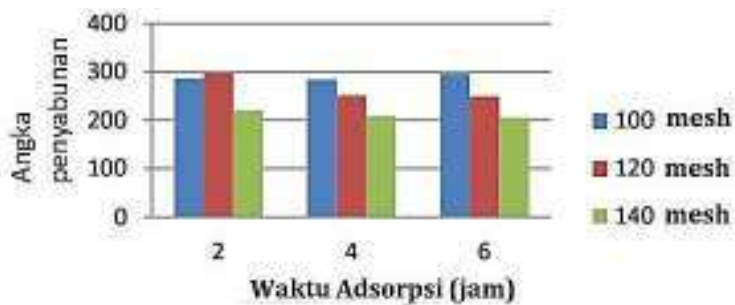
Dari data tersebut didapatkan nilai Asam Lemak Bebas tertinggi yaitu 1,45 dan terendah 0,65. Pemanfaatan arang aktif dari kulit pisang sebagai adsorben itu tanpa aktivasi adsorben yang digunakan sebagai kontrol diperoleh untuk analisis asam lemak bebas sebesar 0,55%, pada penelitian ini jumlah yang diperoleh lebih tinggi.



**Gambar 4.6 Pengaruh Waktu Adsorpsi dan Ukuran Partikel Terhadap Penurunan Asam Lemak Bebas**

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Pada Gambar 4.7. menunjukkan bahwa karbon aktif ukuran partikel 140 *mesh* dan waktu absorpsi 6 jam merupakan hasil terendah dari laju pancang yang mencapai 205,21. Semakin besar ukuran partikel maka laju pancang yang ditunjukkan semakin meningkat nilainya. Karena daya adsorpsinya yang bekerja maksimal. Angka penyabunan pancang tertinggi yaitu 287,21. Oleh karena itu dapat disimpulkan bahwa minyak goreng setara dengan nilai minyak sawit baru. Hal ini juga diperkuat pada spektra FTIR bahwa pengaruh yang signifikan terhadap gugus fungsi asam lemak bebas adalah antara sebelum dan sesudah proses pemurnian arang. Semakin meningkat nilai gugus basa membuktikan bahwa sanyabunan mengalami penurunan.



**Gambar 4.7 Pengaruh Waktu Adsorpsi dan Ukuran Partikel terhadap angka penyabunan**

## **BAB V**

### **KESETIMBANGAN KIMIA UNTUK MENGADSORPSI MINYAK JELANTAH**

Saat menggoreng, minyak goreng mengalami degradasi akibat panas, air, dan udara. Ini akan menyebabkan proses oksidasi, hidrolisis, dan polimerisasi. Degradasi akan menurunkan kualitas minyak dan menimbulkan masalah lebih lanjut bagi kesehatan manusia. Asam lemak bebas dalam minyak goreng terbentuk dari proses hidrolisis yang terjadi selama penggorengan. Asap air terjadi saat menggoreng karena hidrolisis trigliserida yang selanjutnya membentuk asam lemak bebas, digliserida, monogliserida, dan gliserol, yang ditunjukkan dengan bilangan asam. Kadar asam yang tinggi pada minyak goreng merupakan indikator kualitas yang buruk. Dalam hal ini, penggunaan minyak goreng secara berulang akan meningkatkan bilangan asam dan berbahaya.

Minyak jelantah yang dibuang sebagai limbah akan menimbulkan masalah lingkungan, berbagai cara telah diupayakan untuk meminimalisir dampak negatif minyak goreng bekas dengan bilangan asam. Adsorben dari silika gel, magnesium oksida, aluminium hidroksida, dan tanah liat telah dicoba. Beberapa peneliti telah mencoba mengurangi bilangan asam minyak goreng menggunakan silika dari sekam abu tanaman padi, mencapai penurunan 25%. Penelitian lain menunjukkan angka asam yang lebih rendah pada minyak jelantah dengan zeolit alam teraktivasi sebesar 1,7 mg KOH/gram. Studi penelitian lain mencoba menetralkan minyak goreng bekas dengan tanah diatomik dengan variasi suhu, dan didapatkan hasil terbaik 50-60 °C.

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Adsorben merupakan media terbaik untuk mereduksi bilangan asam pada minyak goreng alami maupun aktif. Karbon aktif dari sabut kelapa merupakan salah satu bahan terbaik dalam proses adsorpsi.

Dalam adsorpsi, kesetimbangan fase dinamis ditetapkan untuk distribusi zat terlarut antara fluida (gas, uap atau cairan) dan permukaan padat. Kesetimbangan biasanya dinyatakan dalam bentuk tekanan parsial (gas, uap) atau konsentrasi (cairan) dari adsorbat dalam fluida dan beban zat terlarut pada adsorben, dinyatakan sebagai massa, mol atau volume adsorbat per satuan massa, mol atau volume dari adsorben.

Tidak seperti kesetimbangan uap-cair dan cair-cair, di mana teori sering diterapkan untuk memperkirakan distribusi fasa, tidak ada teori yang dapat diterima yang dikembangkan untuk memperkirakan kesetimbangan adsorpsi fluida-padat yaitu minyak jelantah-karbon aktif. Oleh karena itu, perlu diperoleh data kesetimbangan untuk zat terlarut tertentu, atau campuran zat terlarut dan/atau pelarut, dan sampel dari bahan penyerap padat aktual yang diinginkan.

Jika data diambil dari kisaran konsentrasi fluida pada suhu konstan, plot pemuatan zat terlarut pada adsorben versus konsentrasi atau tekanan parsial dalam fluida dapat dibuat. Plot seperti itu disebut isotherm adsorpsi. Kami fokus terutama pada adsorpsi fase gas. Adsorpsi fase cair juga menunjukkan isothermnya sendiri.

Lima bentuk isotherm yang digambarkan pada Gambar 5.1 masing-masing mencerminkan beberapa kondisi unik. Isotherm adsorpsi tipe I sd V.

**Isotherm tipe I** dijumpai ketika adsorpsi dibatasi, paling banyak, hanya pada beberapa lapisan molekul. Kondisi ini dijumpai pada kemisorpsi di mana pendekatan asimtotik mendekati kuantitas yang terbatas menunjukkan bahwa semua situs permukaan terisi. Dalam kasus adsorpsi fisik, isotherm tipe I dijumpai dengan bubuk berpori mikro yang ukuran pori-porinya tidak melebihi beberapa diameter

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

molekul adsorbat. Molekul gas, ketika berada di dalam pori-pori dengan dimensi kecil ini, menghadapi potensi tumpang tindih dari dinding pori yang meningkatkan kuantitas yang teradsorpsi pada tekanan relatif rendah. Pada tekanan yang lebih tinggi pori-pori diisi oleh adsorbat yang teradsorpsi atau terkondensasi yang mengarah ke dataran tinggi, yang menunjukkan sedikit atau tidak ada adsorpsi tambahan setelah mikropori terisi. Adsorpsi fisik yang menghasilkan isoterm tipe I menunjukkan bahwa pori-pori mikro dan permukaan yang terbuka berada hampir secara eksklusif di dalam mikropori, yang pernah diisi dengan adsorbat, biarkan sedikit atau tidak ada permukaan luar untuk adsorpsi tambahan.

**Isoterm tipe II** paling sering ditemui saat adsorpsi terjadi pada bubuk yang tidak keropos atau pada bubuk dengan diameter pori yang lebih besar dari pori-pori mikro. Titik belok atau lutut isoterm biasanya terjadi menjelang penyelesaian lapisan tunggal teradsorpsi pertama dan dengan meningkatkan tekanan relatif, lapisan kedua dan lebih tinggi selesai sampai pada kejenuhan jumlah lapisan yang teradsorpsi menjadi tak terbatas.

**Isoterm tipe III** ditandai terutama dengan panas adsorpsi yang kurang dari panas adsorbat dari likuidasi. Jadi, saat proses adsorpsi, adsorpsi tambahan difasilitasi karena interaksi adsorbat dengan lapisan yang teradsorpsi lebih besar daripada interaksi dengan permukaan adsorben.

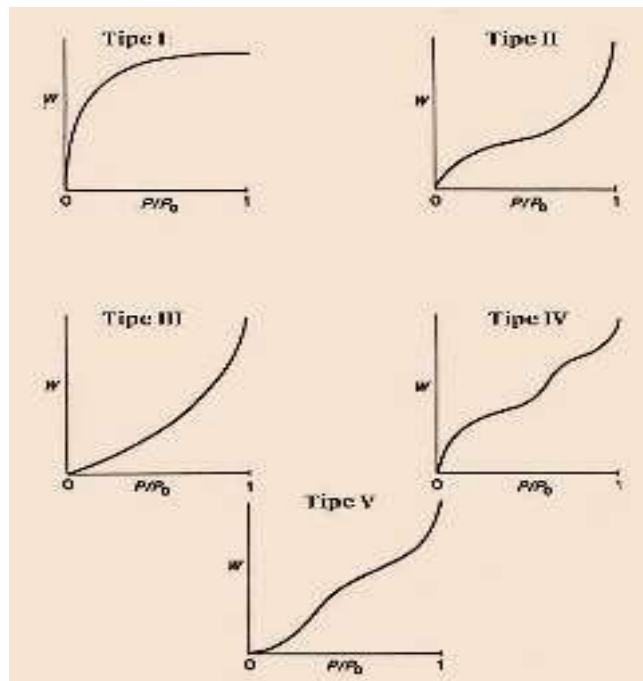
**Isoterm tipe IV** terjadi pada adsorben berpori yang memiliki pori-pori dalam kisaran radius sekitar 15-1000 Angstrom ( $\text{\AA}$ ). Peningkatan kemiringan pada tekanan relatif yang lebih tinggi menunjukkan peningkatan penyerapan adsorbat saat pori-pori terisi. Seperti halnya isoterm tipe II, lutut dari isoterm tipe IV umumnya terjadi di dekat penyelesaian lapisan tunggal pertama. Isoterm tipe V dihasilkan dari potensi interaksi adsorbat-adsorben kecil yang mirip dengan isoterm tipe III. Namun, isoterm tipe V juga dikaitkan dengan pori-pori dalam kisaran yang sama dengan isoterm tipe IV.



### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Jika bentuk isoterm adsorpsi adalah tipe I, II atau IV, adsorpsi dapat digunakan untuk memisahkan adsorbat dari gas pembawa. Jika itu adalah Tipe III atau V, adsorpsi mungkin tidak ekonomis untuk pemisahan.

Meskipun isoterm merupakan indikasi efisiensi suatu adsorben untuk penyisihan adsorbat tertentu, isoterm tidak memberikan data yang memungkinkan penghitungan waktu kontak atau jumlah adsorben yang diperlukan untuk mengurangi konsentrasi zat terlarut di bawah batas yang ditentukan.



**Gambar 5.1 Lima Klasifikasi Isoterm**

menurut (W, berat teradsorpsi; P, tekanan kesetimbangan adsorbat; P<sub>0</sub>, adsorbat tekanan uap kesetimbangan jenuh).

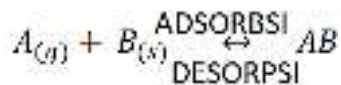
[https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-94-009-5562-2\\_3.pdf](https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-94-009-5562-2_3.pdf)

## ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Dalam proses adsorpsi dikenal dengan adanya istilah isoterm adsorpsi yang menggambarkan hubungan kesetimbangan antara zat yang teradsorpsi oleh adsorben dengan tekanan atau konsentrasi pada kesetimbangan dan suhu tetap. Ada beberapa tipe isoterm adsorpsi yang dikembangkan untuk mendeskripsikan interaksi antara adsorben dan adsorbat antara lain:

### **Langmuir**

Langmuir merupakan keseimbangan dinamis antara molekul gas teradsorpsi dengan molekul gas bebas. Dengan menggunakan persamaan kesetimbangan, maka konstanta kesetimbangan dapat dihitung.



Model kinetika adsorpsi Langmuir ini berdasarkan pada asumsi sebagai berikut:

1. laju adsorpsi akan bergantung pada faktor ukuran dan struktur
2. molekul adsorbat, sifat pelarut dan porositas adsorben, situs pada permukaan yang homogen dan adsorpsi terjadi secara monolayer.

Proses adsorpsi heterogen memiliki dua tahap, yaitu perpindahan adsorbat dari fasa larutan ke permukaan adsorben dan adsorpsi pada permukaan adsorben.

Tahap pertama bergantung pada sifat pelarut dan adsorbat yang terkontrol. Proses adsorpsi memiliki bagian terpenting yaitu situs adsorben yang terletak pada permukaan, akan tetapi jumlah situs-situs ini akan berkurang jika permukaan yang tertutup semakin bertambah.

**Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng**

Persamaan isoterm Langmuir dapat dijelaskan berdasarkan laju adsorpsi dan desorpsi, sebagai berikut:

- So : jumlah maksimum yang tersedia di permukaan adsorben
- S : jumlah yang ditempati
- C : konsentrasi larutan
- k<sub>1</sub> : *adsorption rate constant*
- k<sub>2</sub> : *desorption rate constant*

Maka,

$$S_1 = S_0 - S \text{ kosong}$$

$$\text{Laju adsorpsi} = k_1 S_1 C$$

$$\text{Laju adsorpsi} = k_1 (S_0 - S) C \dots\dots\dots(1)$$

Tingkat desorpsi sebanding dengan jumlah tempat yang digunakan S, sehingga

$$\text{Laju desorpsi} = k_2 S \dots\dots\dots(2)$$

Saat dalam keadaan standar k ads = k des. Oleh karena itu,

Persamaan adsorpsi = Persamaan desorpsi

$$k_1 (S_0 - S) C = k_2 S$$

$$k_{ads} S_0 C = (k_2 + k_1 C) S \dots\dots\dots(3)$$

$$S = \frac{k_1 S_0 C}{(k_2 + k_1 C)}$$

$$S = \frac{S_0 C}{\frac{k_2}{k_1} + C} \dots\dots\dots(4)$$

Jika So = K ads dan k = (k2/ k1), maka

$$S = \frac{k_{ads} C}{k+C} \dots\dots\dots(5)$$

k ads dan k pada persamaan (5) merupakan konstanta dengan nilai yang bergantung pada sifat adsorben dan adsorbatnya.

Terdapat berbagai hambatan apabila menggunakan persamaan (5), yaitu:

1. Sulitnya mendapatkan cara untuk menghubungkan persamaan tersebut dengan asumsi monolayer agar bermakna sama dengan asumsi awal.

**Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng**

2. Fenomena adsorpsi adalah proses yang bersifat *irreversible* sehingga diperlukan mekanisme reaksi yang berbeda di mana bukan hanya didasarkan asumsi pada saat setimbang melalui persamaan laju adsorpsi = laju desorpsi saja.
3. Kurva yang menunjukkan perbandingan S versus C dari persamaan tersebut merupakan persamaan hiperbolik di mana persamaannya mirip dengan reaksi yang dikatalisis oleh enzim. Karena hal tersebut, maka sulit untuk menentukan nilai k ads dan k langsung dari persamaan. Sehingga perlu diubah menjadi bentuk liniernya, yaitu melalui persamaan berikut

$$\frac{1}{S} = \frac{1}{k_{ads}} + \frac{k}{k_{ads}} \left(\frac{1}{C}\right) \dots\dots\dots(6)$$

Nilai k ads diperoleh dari intersep dan k dari kemiringan kurva (1/S) vs (1/C). Sehingga persamaan (6) merupakan persamaan Langmuir.

Jika membandingkan persamaan (6) dengan persamaan (5) di mana pada kondisi C relatif lebih tinggi dan lebih rendah dari k. Apabila kondisi C lebih tinggi dari k dan  $C + k \approx C$ , maka persamaan (5) menjadi

$$S = k_{ads} \dots\dots\dots(7)$$

Masukkan persamaan (7) ke dalam persamaan (6)

$$\frac{1}{k_{ads}} = \frac{1}{k_{ads}} + \frac{k}{k_{ads}} \left(\frac{1}{C}\right) \text{ or } k = 0 \dots\dots\dots(8)$$

Dari hasil persamaan (8) dapat disimpulkan bahwa persamaan (6) tidak berlaku jika C relatif lebih tinggi dari k.

Jika C lebih rendah dari k dan  $C + k \approx k$  maka persamaan (5) menjadi

$$S = \frac{k_{ads}C}{k} \dots\dots\dots(9)$$

Asumsikan,  $S_0 = K_{ads}$ . Apabila semua permukaan ditempati (atau  $S = 1$ ) dan  $k = C$ , maka persamaan (9) menjadi

**Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng**

$$S = K \text{ ads} \dots\dots\dots(10)$$

Dari persamaan (10) dapat diketahui bahwa persamaan (6) juga tidak berlaku jika C relatif lebih rendah dari k. Jadi, dapat disimpulkan bahwa, secara teoritis, persamaan (6) tidak dapat digunakan untuk menentukan k ads maupun k.

Bentuk lain dari Persamaan Adsorpsi Isoterm Langmuir dapat ditulis dalam hal volume gas yang teradsorpsi. Di mana V menjadi volume gas yang diserap dalam kondisi suhu dan tekanan tertentu dan V<sub>mono</sub> menjadi volume gas yang diserap pada kondisi tekanan tinggi yang nantinya akan menutupi permukaan dengan molekul gas yang tidak berlapis.

$$\theta = \frac{V}{V_{mono}}$$

Substitusikan persamaan  $\theta$  ke persamaan Langmuir

$$\frac{V}{V_{mono}} = \frac{KP}{1+KP} \quad \text{atau} \quad V_{mono} = 1 + \frac{1}{KP}$$

Jika dalam tekanan P, persamaannya menjadi

$$\frac{P}{Pv} = \frac{P}{V_{mono}} + \frac{1}{KV_{mono}}$$

Sehingga, jika memplotkan dalam grafik antara P/V vs P, maka akan didapatkan garis lurus pada kurva dengan

$$\text{slope} = \frac{1}{V_{mono}} \text{ dan intercept} = \frac{1}{KV_{mono}}$$

Jika menggunakan variabel konsentrasi dan bukan variabel tekanan maka rumus Langmuir menjadi

$$\frac{C_e}{q_e} = \frac{1}{q_e} C_e + \frac{1}{K_L \cdot q_m}$$

Di mana:

C<sub>e</sub> = konsentrasi equilibrium (mg/ l)

q<sub>e</sub> = adsorbat yang terserap pada saat setimbangan (mg/g)

K<sub>L</sub> = konstanta Langmuir (l/mg)

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

$q_m$  = kapasitas adsorpsi

Energi adsorpsi ( $E_{ads}$ ) merupakan energi yang dihasilkan oleh satu ion logam yang teradsorpsi di dalam adsorben dan memiliki nilai ekuivalen negatif akibat adanya perubahan energi Gibbs ( $\Delta G^\circ$ ). Persamaan energi Gibbs sebagai berikut:

$$E = \Delta G^\circ_{ads} = RT \ln K$$

Keterangan

E : Energi Gibbs

R : Tetapan gas (8,314 J/mol K)

T : Temperatur (K)

K : Konstanta kesetimbangan yang diperoleh dari persamaan Langmuir

Energi total adsorpsi  $E$  memiliki nilai yang sama dengan negatif energi Gibbs.

Batasan Persamaan Adsorpsi Langmuir

1. Gas yang teradsorpsi harus ideal dalam fase uap. Kondisi ini dapat dipenuhi apabila pada tekanan rendah, sehingga Langmuir hanya berlaku di bawah tekanan rendah.
2. Persamaan Langmuir mengasumsikan bahwa adsorpsi akan membentuk pembentukan monolayer. Tetapi, pembentukan monolayer hanya dimungkinkan pada kondisi tekanan rendah. Apabila pada kondisi tinggi, molekul gas akan semakin tarik-menarik satu sama lain. Setiap *site* dapat “memegang” satu molekul adsorbat.
3. Permukaan padat yang memiliki ukuran, bentuk dan afinitas sama untuk setiap molekul yang menyerap yaitu jika permukaan padatnya homogen.
4. Persamaan Langmuir mengasumsikan bahwa molekul tidak saling berinteraksi (Tidak ada interaksi antara molekul yang teradsorpsi dengan *site* sekitarnya) hal ini terjadi karena gaya

### **Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng**

tarik menarik yang lemah dan beberapa molekul memiliki tipe yang sama. Semua *site* mempunyai energi yang sama

#### **Freundlich**

Ciri-ciri persamaan Adsorpsi Freundlich:

1. Pada tekanan rendah, tingkat adsorpsi berbanding lurus dengan tekanan

$$\frac{x}{m} \propto P^1$$

2. Pada tekanan tinggi, tingkat adsorpsi tidak bergantung pada tekanan

$$\frac{x}{m} \propto P^0$$

3. Pada nilai tekanan menengah, adsorpsi berbanding lurus dengan tekanan

$$\frac{x}{m} \propto P^{\frac{1}{n}}$$

4. Dengan menggunakan konstanta proporsionalitas ( $k$ ) maka persamaannya menjadi

$$\frac{x}{m} \propto k P^{\frac{1}{n}}$$

Persamaan ini merupakan persamaan Freundlich.

Keterangan:

$x/m$  : Adsorpsi per gram adsorben dengan membagi jumlah adsorbat ( $x$ ) dengan berat adsorben ( $m$ ).

$P$  : Tekanan

$C_e$  : konsentrasi setimbang adsorbat dalam fase larutan (mg/L),

$k$  dan  $n$  : konstanta yang nilainya tergantung pada adsorben dan gas pada suhu tertentu.

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Nilai  $x/m$  akan meningkat dengan kenaikan  $p$  tetapi karena  $n > 1$  maka kenaikannya tidak meningkat secara tiba-tiba.

Isoterm Freundlich menggambarkan adsorpsi jenis fisika di mana adsorpsi terjadi pada beberapa lapis dan ikatannya tidak kuat. Isoterm Freundlich juga mengasumsikan bahwa tempat adsorpsi bersifat heterogen. Cara konvensional untuk menyatakan isoterm Freundlich diberikan

$$q_e = k_f C_e^{\frac{1}{n}}$$

Di mana:

$q_e$  = jumlah adsorbat pada permukaan (mg/ g)

$C_e$  = konsentrasi equilibrium (mg/l)

$k_f$  dan  $n$  = konstanta

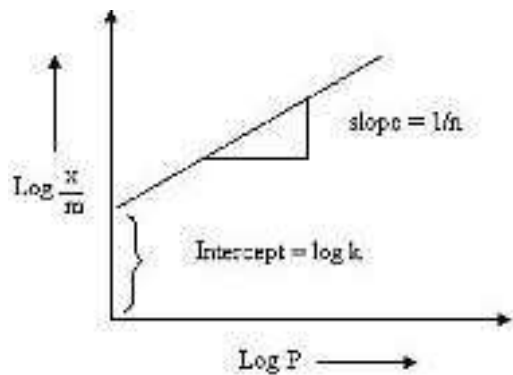
Bentuk logaritma pada persamaan di atas akan menjadi

$$\log\left(\frac{x}{m}\right) = \log k + \frac{1}{n} \log P \quad \text{Atau} \quad \log q_e = \log k_f + \frac{1}{n} \log C_e$$

Persamaan tersebut merupakan persamaan yang dapat dibandingkan dengan persamaan garis lurus yaitu  $y=mx+c$  di mana  $m$  mewakili kemiringan garis kurva dan  $c$  mewakili intersep pada sumbu  $y$  sehingga didapatkan kurva Freundlich dengan memetakan grafik antara  $\log(x/m)$  dan  $\log P$  untuk mendapatkan garis lurus dengan nilai kemiringan sama dengan  $1/n$  dan  $\log k$  sebagai sumbu  $y$  yang memotong.



### Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng



**Gambar 5.2** Penjelasan Penentuan Intersep dan *Slope* pada Model Freundlich

Pada minyak jelantah yang mengandung asam lemak bebas tinggi yaitu mencapai bilangan asam 1,401 mg/g. Dengan beberapa konsentrasi asam lemak bebas seperti Tabel 5.1. menunjukkan sebelum adsorpsi dan Tabel 5.2 adalah setelah adsorpsi. Biomassa karbon aktif yang digunakan adalah kulit pisang kepok. Aktivasi yang diberikan pada arang kulit pisang adalah suhu 650 dan 700°C selama 1 jam dan dipilih ukuran 200 *mesh* untuk mengadsorpsi minyak jelantah, khususnya pada asam lemak bebas.

**Tabel 5.1** Konsentrasi Asam Lemak Bebas Sebelum Adsorpsi

Sampel	Bilangan Asam (mg/g)	Bilangan Asam (mg/L)
C4	0,8678	24,7515
C5	0,9346	26,6555
C3	1,0013	28,5595
C1	1,2016	34,2714
C2	1,4019	39,9833

#### Adsorpsi dan Uji Kadar Asam Lemak Bebas.

Proses adsorpsi minyak jelantah menggunakan karbon aktif dengan perbandingan rasio minyak jelantah dan karbon aktif 1:0,01.

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Minyak jelantah sebanyak 30 g dengan konsentrasi 0,8, 0,9, 1,0, 1,2, dan 1,4. Sampel minyak tersebut ditambahkan karbon aktif sebanyak 0,3 g, kemudian dikocok selama 1 menit pada suhu 30 sd 50°C dan didiamkan selama 24 jam.

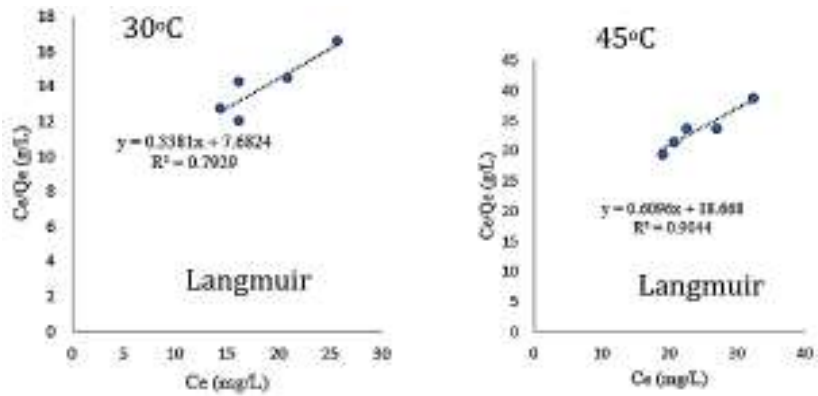
Uji kadar asam lemak bebas dengan mengambil sampel minyak yang sudah diadsorpsi sebanyak 10 g dan ditambahkan 50 mL. Sampel dipanaskan menggunakan kompor listrik sampai sampel homogen. Sampel ditambahkan indikator PP sebanyak 3 tetes dan dititrasi menggunakan larutan KOH hingga TAT.

**Tabel 5.2 Konsentrasi Asam Lemak Bebas Setelah Adsorpsi**

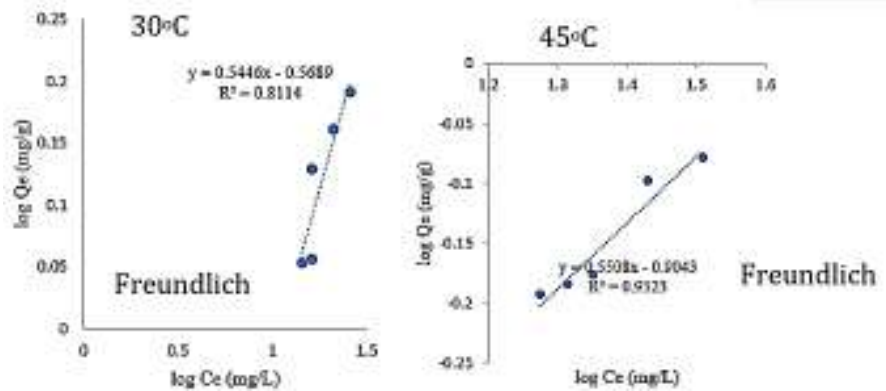
<b>Sampel</b>	<b>Bilangan Asam (mg/g)</b>	<b>Bilangan Asam (mg/L)</b>
C4	0,4005	11,4238
C5	0,4339	12,3757
C3	0,5006	14,2797
C1	0,6342	18,0876
C2	0,7677	21,8956

Selanjutnya data tersebut digunakan untuk menentukan kemampuan adsorpsi dari karbon aktif. Kesensitifan karbon aktif terhadap asam lemak bebas dari minyak jelantah ditujukan pada model yang dapat memprediksi sifat adsorben dan adsorbat. Permodelan Langmuir pada Karbon aktif 700°C pada suhu adsorpsi 30°C dan 45°C pada Gambar 5.3 dan Model Freundlich pada Gambar 5.4. menunjukkan data mendekati persamaan linier.

**Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng**



**Gambar 5.3 Adsorpsi Isoterm Langmuir pada Suhu 30°C dan 45°C.**



**Gambar 5.4 Adsorpsi Isoterm Freundlich pada Suhu 30°C & 45°C**

**Tabel 5.3 Perbandingan Model Isoterm Karbon Aktif 650°C**

Model Isoterm		Suhu Adsorpsi °C				
		25	30	35	40	45
Langmuir	qm (mg/g)	3,0998	2,9577	2,8027	2,0342	1,6404
	Kl (L/g)	0,0757	0,0440	0,0528	0,0352	0,0327
Freundlich	N	2,2640	1,8362	2,0614	1,7702	1,8155
	Kf	0,4952	0,2698	0,3344	0,1542	0,1247

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Penurunan asam lemak bebas untuk pendekatan model cenderung mengikuti model Freundlich di mana banyak data yang lebih mendekati persamaan freundlich  $R^2$  cenderung lebih tinggi. Pada perbandingan suhu yang menjadi kondisi proses adsorpsi adalah semakin suhunya tinggi, adsorpsi semakin rendah kapasitasnya karena dengan pada suhu tinggi asam lemak bebas yang sudah teradsorpsi akan lepas karena kesetimbangannya turun ke minyak kembali.

#### **Desorpsi**

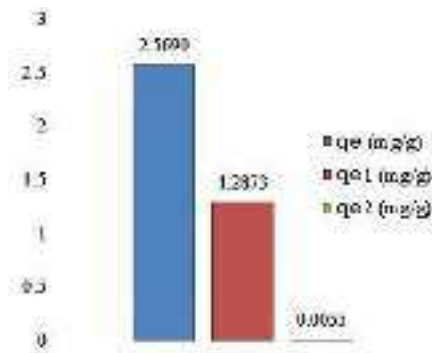
Karbon aktif yang sudah terpisah dari minyak jelantah dimasukkan ke dalam larutan pencuci dengan konsentrasi 0,41 terhadap aquadest. Sampel diaduk selama 1 menit dan didiamkan selama 24 jam. Sampel karbon aktif dipisahkan dari larutan pencuci dengan cara disaring dan dioven selama 1 jam dengan suhu 100°C.

Berdasarkan perbandingan grafik yang dilakukan dapat diketahui bahwa karbon aktif yang telah desorpsi menggunakan larutan pencuci mengalami penurunan jumlah adsorbat (mg) per adsorben (g) atau  $q_e$ . Dari proses adsorpsi awal  $q_e = 2,5690$  (mg/g), pada proses desorpsi siklus 1 menjadi  $q_{e1} = 1,2873$  (mg/g), pada proses desorpsi siklus 2 menjadi  $q_e = 0,0055$  (mg/g) sehingga proses desorpsi karbon aktif 650°C kurang efektif karena terjadi penurunan  $q_e$  sebesar 50,1069% dapat ditunjukkan pada Tabel 5.5. Hal ini menyebabkan penurunan kemampuan menyerap dari karbon aktif 650°C.

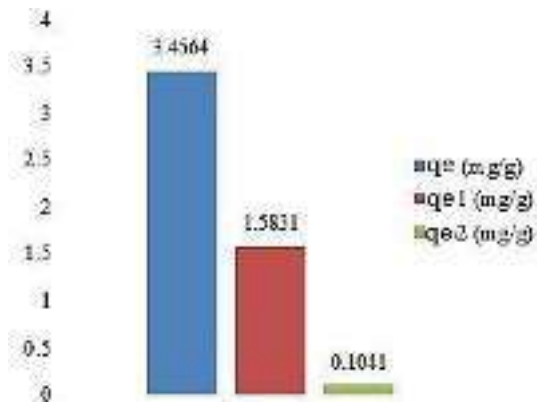
Berdasarkan perbandingan Gambar 5.6. desorpsi yang sudah dilakukan pada karbon aktif yang sudah digunakan satu kali adsorpsi sampai jenuh dengan menggunakan larutan pencuci. Setelah didesadsorpsi karbon aktif dikeringkan dan digunakan kembali untuk mengadsorpsi asam lemak bebas dari minyak jelantah yang sudah diketahui konsentrasinya. Hasil yang didapat adalah kemampuan adsorpsi karbon aktif terdesadsorpsi 1 menurun dari adsorpsi yang

**Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng**

pertama kali (karbon aktif baru). Proses adsorpsi awal  $q_e = 3,4564$  (mg/g), pada proses desorpsi siklus 1 menjadi  $q_{e1} = 1,5831$  (mg/g), pada proses desorpsi siklus 2 menjadi  $q_e = 0,1041$  (mg/g) sehingga proses desorpsi karbon aktif 700°C kurang efektif karena terjadi penurunan  $q_e$  sebesar 48,8005%. Hal ini menyebabkan penurunan kemampuan menyerap dari karbon aktif 700°C.



**Gambar 5.5 Hasil  $q_e$  pada Awal Adsorpsi, Desorpsi 1 ( $q_{e1}$ ), dan Desorpsi 2 ( $q_{e2}$ ) pada Karbon Aktif 650°C**



**Gambar 5.6 Hasil  $Q_e$  pada Awal Adsorpsi, Desorpsi 1 ( $q_{e1}$ ), dan Desorpsi 2 ( $q_{e2}$ ) pada Karbon Aktif 700°C**

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Berdasarkan Tabel 5.4 dapat diketahui bahwa  $\Delta G^\circ$  bernilai positif pada proses adsorpsi asam lemak bebas oleh karbon aktif kulit pisang dengan suhu aktivasi 700°C berjalan tidak spontan sehingga karbon aktif membutuhkan waktu untuk menjerap asam lemak bebas yang terkandung dalam minyak jelantah, sementara  $\Delta H^\circ$  pada setiap sampel bernilai negatif yang mengindikasikan bahwa reaksi adsorpsi asam lemak bebas berjalan secara eksotermik.  $\Delta S^\circ$  pada setiap sampel bernilai negatif yang menginformasikan bahwa menurunnya keacakan molekul pada sistem adsorpsi asam lemak bebas.

**Tabel 5.4 Parameter Termodinamika Adsorpsi dengan Karbon Aktif 700°C**

Sampel	Suhu (°C)	$\Delta G$ (kJ/mol)	$\Delta H$ (kJ/mol)	$\Delta S$ (kJ/mol.K)
C1	298,15	3,8621	-62,3259	-0,2220
	303,15	4,7452		
	308,15	6,4692		
	313,15	7,1437		
	318,15	8,2018		
C2	298,15	3,5671	-66,7672	-0,2361
	303,15	4,6212		
	308,15	6,3130		
	313,15	7,3971		
	318,15	8,0600		
C3	298,15	3,5671	-66,3091	-0,2341
	303,15	4,3266		
	308,15	6,0345		
	313,15	7,1437		
	318,15	8,0041		
C4	298,15	3,2828	-63,1515	-0,2231
	303,15	4,4087		
	308,15	5,7616		
	313,15	7,0099		
	318,15	7,5394		
C5	298,15	3,4367	-62,8688	-0,2226
	303,15	4,4961		
	308,15	6,0807		
	313,15	6,8965		
	318,15	7,7849		

## DAFTAR PUSTAKA

- Aminah, S. 2010. Bilangan Peroksida Minyak Goreng Curah dan Sifat Organoleptik Tempe pada Pengulangan Penggorengan. *Jurnal Pangan dan Gizi* Vol. 01 No. 01. Fakultas Ilmu Keperawatan dan Kesehatan Universitas Muhammadiyah Semarang.
- Anonima. 2008. Penggunaan Dalam Negeri dan Ekspor CPO. <http://seafast.ipb.ac.id>. Diakses pada tanggal 15 Januari 2010.
- Anonimb. 2008. Sehat dengan Kedelai. <http://www.lautanindonesia.com>. Diakses pada tanggal 15 Januari 2010.
- Ardi, A. 2013. *Stabilisasi Minyak Goreng menggunakan Mikroemulsi Ekstrak Kulit Jeruk*. Tesis tidak diterbitkan. Yogyakarta. Program Pasca Sarjana Ilmu Pangan Universitas Gajah Mada.
- Ayustaningwarno, F. 2014. *Teknologi Pangan: Teori Praktis dan Aplikasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Bangun, D., Memoar. 2010. *Duta Besar Sawit Indonesia*. Jakarta. Buku Kompas.
- Firmanjaya. 2008. Minyak Kedelai. <http://firmanjaya.files.wordpress.com>. Diakses pada 12 Januari 2009.
- Hariyadi, P. 2010. Sepuluh Karakter Unggul Minyak Sawit. *Majalah Info Sawit* p 30-32.
- \_\_\_\_\_. 2014. *Mengenal Minyak Sawit dengan Beberapa Karakteristik Unggulnya*. Jakarta: Tim GAPKI (Gabungan Pengusaha Kelapa Sawit Indonesia).
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI Press.

## ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

- \_\_\_\_\_. 2008. *Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI Press.
- Mahatta TL. 1975. *Technology and Refining of Oils and Fats*. New Delhi: Small Business Publications.
- Mulyatiningsih, E. 2007. *Teknik-Teknik Dasar Memasak*. Yogyakarta: Tim Dosen Fakultas Teknik Universitas Negeri Yogyakarta.
- Purna, Ibnu. 2009. Perkembangan Harga tujuh Pokok Komoditi. [http://www.setneg.go.id/index.php?option=com\\_content&task](http://www.setneg.go.id/index.php?option=com_content&task). Diakses Tanggal 25 Desember 2009.
- Rachmat, C., Ticoalu, S. H. R., dan Wongkar, D. 2015. Pengaruh Senam Poco-Poco terhadap Kadar Trigliserida Darah. *Jurnal E-Biomedik* Vol 03 No. 01. Fakultas Kedokteran Universitas Sam Ratulangi.
- Rahayu, S., Supriyatin, and Bintari, A. 2018. Activated Carbon-Based Bio-Adsorbent for Reducing Free Fatty Acid Number of Cooking Oil. *AIP Conference Proceedings* 2019, 050004 (2018).
- Rossel, J. B. 2001. *Frying: Improving Quality*. Cambridge: Woodhead Pub Ltd.
- Sahasrabudhe, S.N., Rodriguez-Martinez, V., O'Meara, M. & Farkas, B.E. 2017. Density, viscosity, and surface tension of five vegetable oils at elevated temperatures: Measurement and modeling, *International Journal of Food Properties*, 20: sup2, 1965-1981.
- Sanli, H., Canakci, M. Alptekin, E. 2011. Characterization of Waste Frying Oils Obtained from Different Facilities. *World Renewable Energy Congress* 2011, 8-13 Mei, 479-485
- Seto, Sagung. 2001. *Pangan dan Gizi*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Subiyantoro. 2003. *Kajian Pemucatan Minyak Goreng Bekas dengan Metode Adsorpsi dan Pengkelatannya*. Tugas Akhir, Fakultas Teknologi Pangan IPB.



***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

- Sumarna, D. 2014. Studi Metode Pengolahan Minyak Kelapa Sawit Merah (Red Palm Oil) dari Crude Palm Oil. *Jurnal Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Mulawarman*.
- Sutanto, Adi. 2008. Minyak Goreng. <http://www.ntust-isa.org>. Diakses tanggal 18 Desember 2010.
- Tambun, R. 2006. *Hibah Kompetisi Konten Mata Kuliah E-Learning USU INHERENT "Buku Ajar Teknologi Oleokimia (TKK-322)"*. Medan: Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara.
- Tim Penulis PS, Kelapa Sawit, (Jakarta: Penebar Swadaya, 2000), Hlm 163. Cet. 12.
- Wibowo, S. 2008. Virgin Coconut Oil Terpuruk Karena Bisnis Amerika. <http://www.suaramerdeka.com>. Diakses pada 12 Januari 2010.
- Winarno FG. 1999. *Minyak Goreng dalam Menu Masyarakat*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Zulkifli, Rihayat, T., Suryani, Facraniah, Habibah, U, Audina, N, Fauzi, T, Nurhanifa, N, Zaimahwati, Rosalina. 2018. *Purification Process of Jelantah Oil using Active Chorcoal AIP Conference Proceedings 2049, 020022 (2018)*.

## GLOSARIUM

**Bahan bakar** merupakan bahan atau barang yang dipakai untuk menimbulkan api (panas), seperti minyak, batu bara;

**Bilangan asam** adalah ukuran dari jumlah asam lemak bebas yang dihitung berdasarkan berat molekul dari asam lemak atau campuran asam lemak.

**Bilangan peroksida** adalah indeks jumlah lemak atau minyak yang telah mengalami oksidasi.

**Biomassa** adalah bahan yang berasal dari makhluk hidup, termasuk tanaman, hewan dan mikroba sebagai sumber untuk memenuhi berbagai kebutuhan yang dapat diperbaharui.

**Deep frying** merupakan teknik penggorengan dengan menggunakan jumlah minyak yang sangat banyak hingga bahan makanan yang akan digoreng dapat terendam seluruhnya.

**Degradasi** merupakan suatu kemunduran, kemerosotan, penurunan kandungan minyak goreng akibat dari penggunaan pada proses penggorengan secara terus menerus atau berulang-ulang pada suhu tinggi

**Ekstraksi** adalah suatu proses pemisahan suatu zat berdasarkan perbedaan kelarutannya terhadap dua cairan tidak saling larut yang berbeda, biasanya air dan yang lainnya pelarut organik.

**Fraksinasi** adalah suatu proses pemisahan senyawa-senyawa berdasarkan tingkat kepolaran.

**Gizi** merupakan zat makanan pokok yang diperlukan bagi pertumbuhan dan kesehatan badan

### ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

**Goreng** merupakan memasak kering-kering di wajan (kuali) dengan minyak

**Ikatan rangkap** adalah ikatan kovalen yang terdiri dari dua pasang elektron.

**Kelarutan** diartikan sebagai konsentrasi bahan terlarut dalam suatu larutan jenuh pada suatu suhu tertentu.

**Karbon aktif** merupakan sebuah material yang di dalamnya terdapat begitu banyak pori-pori yang sangat kecil yang memiliki kemampuan untuk menyerap setiap zat lain yang dekat dengannya.

**Larutan** merupakan campuran homogen dari zat terlarut dan zat cair pelarut

**Lemak** merupakan turunan asam karboksilat, terdapat di dalam lemak, minyak tumbuhan, atau binatang

**Minyak goreng** adalah minyak yang berasal dari lemak tumbuhan atau hewan yang dimurnikan dan berbentuk cair dalam suhu kamar dan biasanya digunakan untuk menggoreng bahan makanan

**Minyak jelantah** adalah minyak bekas pemakaian yang berasal dari jenis-jenis minyak goreng seperti minyak jagung, minyak sayur, minyak samin dan sebagainya.

**Pelumas** merupakan bahan yang digunakan untuk mengurangi gesekan antara permukaan yang bersentuhan; bahan untuk melumaskan atau membuat menjadi licin

**Pemurnian** merupakan proses atau tindakan memurnikan untuk memutihkan, menghilangkan bau, mengurangi residu dan menurunkan kadar FFA

**Produsen** merupakan orang/sekelompok orang di mana bekerja untuk menghasilkan barang

## ***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

**Reaksi hidrolisis** adalah reaksi penguraian garam oleh air atau reaksi ion-ion garam dengan air.

**Reaksi hidrogenasi** adalah proses penambahan hidrogen pada ikatan rangkap dari rantai atom karbon minyak atau asam lemak yang mengurangi tingkat ketidakjenuhan dari minyak atau asam lemak tersebut.

**Reaksi oksidasi** adalah reaksi yang melibatkan pengikatan oksigen, atau reaksi yang melibatkan pelepasan elektron, atau reaksi yang melibatkan terjadinya kenaikan bilangan oksidasi

**Saute frying** atau **stir frying** merupakan cara penggorengan dengan jumlah minyak yang sedikit sehingga pada akhir proses memasak tidak ada minyak yang tersisa.

**Titik asap** adalah temperatur ketika minyak atau lemak pada kondisi tertentu menguapkan sejumlah senyawa volatil yang memberikan penampakan asap yang jelas.

**Titik cair** adalah suhu tertentu yang menunjukkan benda padat mulai meleleh atau mencair.

**Titik didih** adalah suhu (temperatur) ketika tekanan uap sebuah zat cair sama dengan tekanan eksternal yang dialami oleh cairan.

**Titik leleh** atau **titik lebur** adalah suhu di mana suatu benda padat yang dipanaskan akan berubah dari bentuk padat menjadi bentuk cair.

**Trigliserida** merupakan molekul yang terdiri atas gliserol dan tiga molekul asam lemak

**Vacuum frying** merupakan proses penggorengan di mana dengan cara *vacuum* dan pada hasil akhir akan menghasilkan produk pangan dengan nilai kandungan gizi yang tinggi

## INDEKS

<b>A</b>	
Adsorbat	114, 115, 116, 117, 120, 121, 122, 123, 125, 127
Adsorben ....	viii, 95, 98, 99, 100, 101, 104, 105, 106, 107, 108, 110, 111, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 121, 122, 125, 127
Adsorpsiv	ix, xi, xii, 95, 99, 100, 101, 104, 105, 107, 110, 111, 112, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 131
Asam lemak	v, ix, x, xi, 3, 8, 9, 10, 11, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 20, 21, 22, 23, 24, 27, 29, 33, 36, 37, 38, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 56, 57, 58, 75, 78, 79, 81, 82, 83, 84, 85, 86, 87, 88, 90, 92, 94, 99, 100, 105, 107, 108, 110, 111, 112, 113, 124, 125, 127, 129, 133, 135
<b>B</b>	
Bilangan asam	viii, 45, 46, 47, 48, 51, 52, 59, 81, 83, 92, 98, 99, 100, 108, 113, 114, 124, 125, 133
<b>D</b>	
Degradasi	vii, 18, 19, 29, 78, 79, 95, 113, 133
Digliserida	.....78, 99, 113
<b>E</b>	
Ekstraksi	.....8, 11, 18, 133
Esterifikasi	..... 5, 18, 29
<b>F</b>	
Fraksinasi	..... 3, 8, 9, 133
Freundlich	xii, 122, 123, 124, 125, 126, 127
<b>G</b>	
Gliserol	16, 21, 23, 36, 43, 78, 79, 82, 86, 99, 113, 135
<b>H</b>	
Hidrogenasi	.....18, 29, 44, 135

***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Hidrolisisxi, 18, 20, 21, 22, 32, 33,  
36, 43, 48, 76, 78, 81, 82, 83,  
86, 87, 99, 113, 135

**I**

Ikatan rangkap17, 23, 29, 38, 43,  
44, 45, 79, 85, 87, 90, 91, 99,  
134, 135

**K**

Kadar air . 35, 44, 46, 47, 50, 51,  
77, 81, 83, 86, 102, 110  
Karbon aktifi, iii, iv, v, viii, ix, xii,  
98, 99, 100, 101, 102, 103, 104,  
105, 106, 107, 108, 110, 112,  
114, 124, 125, 126, 127, 128,  
129, 134  
Keseimbanganviii, 113, 114, 116,  
117, 121

Komposisi vii, ix, 10, 16, 47, 56,  
75, 82, 88, 101, 109, 111  
Kualitasvii, viii, 16, 18, 21, 26, 32,  
33, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45,  
46, 47, 48, 49, 78, 79, 80, 82,  
87, 89, 90, 91, 92, 98, 99, 107,  
110, 113

**L**

Langmuirxii, 117, 119, 120, 121,  
125, 126

**M**

Minyak gorengi, iii, iv, v, vii, viii,  
ix, x, xi, 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 10,  
11, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20,  
21, 22, 26, 29, 30, 31, 32, 33,  
35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42,  
43, 44, 45, 47, 48, 49, 50, 73,  
74, 76, 78, 79, 80, 81, 82, 83,  
87, 88, 89, 90, 91, 92, 93, 94,  
95, 96, 97, 98, 99, 100, 105,  
106, 107, 108, 110, 112, 113,  
114, 130, 131, 132, 133, 134

Minyak jelantahv, viii, xi, 82, 98,  
99, 100, 103, 104, 106, 107,  
110, 111, 113, 114, 124, 125,  
127, 129, 134

Minyak sawit2, 6, 7, 8, 9, 11, 73,  
75, 98, 112, 130

**O**

Oksidasi.x, xi, 10, 14, 18, 19, 20,  
23, 24, 25, 26, 29, 31, 32, 33,  
36, 38, 43, 45, 48, 63, 64, 76,  
78, 79, 81, 83, 84, 85, 87, 88,  
89, 90, 91, 95, 102, 107, 113,  
133, 135

Organoleptik..... 49, 76, 80, 130

**P**

Penyerapan ..... 32, 77, 115

***Karbon Aktif: Perpanjangan Masa Pakai Minyak Goreng***

Polimerisasi... 26, 32, 33, 76, 92,  
113

**S**

Selulosa ..... 101, 107  
Sifat fisikvii, 18, 33, 77, 81, 82, 90,  
92, 98  
Sifat kimia ..... 18, 20

**T**

Titik asap ..... 18, 21, 43, 44, 135  
Titik cair ..... 18, 20, 46, 135  
Titik didih ..... 9, 18, 20, 135  
Titik leleh ix, 30, 45, 46, 75, 135  
Trigliseridax, 9, 10, 16, 17, 29, 36,  
44, 45, 74, 75, 78, 79, 82, 86,  
94, 98, 99, 113, 131, 135



## PENULIS

**Wara Dyah Pita Rengga**

**Wara Dyah Pita Rengga** lahir di Semarang pada tahun 1974. Memperoleh gelar Sarjana Teknik dari Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro serta Magister Teknik Kimia dari Universitas Indonesia. Pada tahun 2016, memperoleh gelar doktor dalam karya adsorpsi polutan formaldehida penyebab kanker oleh karbon aktif yang termodifikasi. Pada tahun 2020 di kukuhkan sebagai guru besar Universitas Negeri Semarang. Penulis pernah menjadi staff pengajar di Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Semarang dari tahun 1999 - 2007 pada mata kuliah Kimia Dasar, Kimia Fisika, dan Kimia Organik.

Sejak tahun 2007 hingga saat ini merupakan staff pengajar di Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang. Mata kuliah pokok yang diampu diantaranya Kimia Organik, Kimia Fisika, Proses Industri Kimia, Teknologi Polimer dan Pengendalian Proses. Penulis juga aktif meneliti di bidang rekayasa proses dan produk dari bahan alam, biofuel, nanopartikel dan polimer. Beberapa penelitian sudah dipublikasikan pada beberapa seminar internasional diantaranya Perancis, Korea Selatan, Spanyol, Vietnam, Jepang, Malaysia, Thailand, China, Taiwan dan Australia.



**Penerbit Deepublish (CV BUDI UTAMA)**  
Jl. Rajawali, Gang Elang 6 No.3, Drono, Sardonoharjo, Ngaglik, Sleman  
Jl. Kaliurang Km 9,3 Yogyakarta 55581  
Telp/Fax : (0274) 4533427  
Anggota IKAPI (076/DIY/2012)  
✉ cs@deepublish.co.id @penerbitbuku\_deepublish  
📍 Penerbit Deepublish 🌐 www.penerbitbukudeepublish.com

Kategori :Teknologi Kimia

ISBN 978-623-02-1837-8



9 786230 218378