

Disusun berdasarkan referensi ilmiah dan kajian yang relevan, buku ini juga memberikan gambaran pemanfaatan minyak jelantah untuk pembuatan sabun, lilin aromaterapi, dan pengelolaan limbah organik. Dengan bahasa yang sistematis dan mudah dipahami, buku ini diharapkan menjadi referensi bagi mahasiswa, akademisi, pelaku UMKM, praktisi, komunitas lingkungan, dan masyarakat umum dalam memahami bahwa limbah dapat diubah menjadi sumber daya yang bernilai, sekaligus mendukung penerapan ekonomi sirkular dan pembangunan berkelanjutan.

 **Penerbit**
Yayasan Rahmazar Kurnia Jaya

KONSEP, KARAKTERISTIK, PENGELOLAAN, DAN PEMANFAATANNYA

Desy Cahyaning Utami
Hapsari Titi Palupi
A Zainul Arifin
Kelvin Angga Pramadani
Ari Bunayya
Yuana Putri Najwa
Muchammad Ali Murtadho
Muttmainnah
Fatimatuzzahriya

Penerbit
Yayasan Rahmazar Kurnia Jaya

MINYAK JELANTAH DAN POTENSINYA: KONSEP,
KARAKTERISTIK, PENGELOLAAN, DAN PEMANFAATANNYA

Desy Cahyaning Utami

Hapsari Titi Palupi

A Zainul Arifin

Kelvin Angga Pramadani

Ari Bunayya

Yuana Putri Najwa

Muchammad Ali Murtadho

Muttmainnah

Fatimatuzzahriya

Penerbit: Yayasan Rahmazar Kurnia Jaya

MINYAK JELANTAH DAN POTENSINYA: KONSEP, KARAKTERISTIK, PENGELOLAAN, DAN PEMANFAATANNYA

Penulis:

Desy Cahyaning Utami

Hapsari Titi Palupi

A Zainul Arifin

Kelvin Angga Pramadani

Ari Bunayya

Yuana Putri Najwa

Muchammad Ali Murtadho

Muttmainnah

Fatimatuzzahriya

ISBN	: Proses
Tahun Terbit	: 2025
Tebal Buku	: 85 Lembar
Ukuran Buku	: A5 atau 14 cm x 21 cm

Hak Cipta:

Dilindungi oleh Undang-undang. Dilarang memperbanyak, menyimpan dalam bentuk elektronik, atau mempublikasikan sebagian atau seluruh isi buku ini dalam bentuk apa pun tanpa izin tertulis dari penerbit.

Penerbit: Yayasan Rahmazar Kurnia Jaya

Girimoyo-Karangploso-Malang-Jawa Timur 65152

Wa. 081249745821 / yayasanrahmazar@gmail.com

KATA PENGANTAR

Puji syukur kami panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga buku berjudul “Minyak Jelantah: Karakteristik, Pengelolaan, dan Potensi Pemanfaatan Berkelanjutan” ini dapat diselesaikan dengan baik.

Minyak jelantah merupakan salah satu jenis limbah yang dihasilkan dari aktivitas rumah tangga, usaha kuliner, industri pangan, dan berbagai kegiatan pengolahan makanan. Keberadaannya sering kali masih dipandang sebagai limbah yang tidak memiliki nilai guna setelah digunakan. Padahal, apabila dikelola secara tepat, minyak jelantah memiliki potensi untuk dimanfaatkan kembali sebagai bahan baku berbagai produk yang memiliki nilai guna dan nilai ekonomi. Sebaliknya, pembuangan minyak jelantah secara sembarangan dapat menimbulkan permasalahan bagi lingkungan, terutama terhadap kualitas tanah, air, dan ekosistem.

Buku ini disusun sebagai buku referensi yang memberikan pembahasan mengenai minyak jelantah secara sistematis, mulai dari konsep dasar, sumber, karakteristik, perubahan sifat akibat penggunaan berulang, reaksi kimia

selama proses penggorengan, hingga dampaknya terhadap lingkungan dan kesehatan. Pembahasan selanjutnya diarahkan pada berbagai pendekatan pengelolaan dan pemanfaatan minyak jelantah yang dapat diterapkan secara bertanggung jawab dan berkelanjutan.

Secara khusus, buku ini membahas berbagai peluang pemanfaatan minyak jelantah, antara lain sebagai bahan baku biofuel, biopelumas, plasticizer, surfaktan dan deterjen, serta berbagai produk rumah tangga. Buku ini juga menguraikan prinsip dan tahapan pemanfaatan minyak jelantah untuk pembuatan sabun, lilin aromaterapi, serta pemanfaatannya dalam pengelolaan limbah organik. Penyajian materi tersebut diharapkan dapat memberikan pemahaman yang tidak hanya bersifat teoritis, tetapi juga memberikan gambaran mengenai penerapan pengelolaan minyak jelantah dalam kehidupan sehari-hari.

Penyusunan buku ini didasarkan pada berbagai sumber literatur ilmiah, hasil kajian, dan referensi yang relevan dengan perkembangan pengetahuan dan teknologi pengelolaan limbah minyak nabati. Berbagai contoh penerapan yang disajikan digunakan sebagai ilustrasi untuk membantu pembaca memahami peluang dan tantangan dalam pemanfaatan minyak jelantah. Dengan pendekatan

iv | Konsep, Karakteristik, Pengelolaan, & Pemanfaatannya

tersebut, minyak jelantah tidak hanya dipahami sebagai limbah yang perlu dibuang, tetapi juga sebagai salah satu sumber daya yang berpotensi dikembangkan dalam kerangka ekonomi sirkular dan pembangunan berkelanjutan.

Buku ini diharapkan dapat memberikan manfaat bagi berbagai kalangan, khususnya mahasiswa, dosen, peneliti, pelaku usaha mikro, kecil, dan menengah (UMKM), praktisi lingkungan, komunitas masyarakat, serta pembaca umum yang memiliki perhatian terhadap pengelolaan limbah dan pemanfaatan sumber daya secara berkelanjutan. Selain menambah wawasan mengenai karakteristik dan dampak minyak jelantah, buku ini diharapkan dapat mendorong tumbuhnya kesadaran dan kreativitas dalam mengembangkan alternatif pemanfaatan limbah menjadi produk yang lebih bernilai.

Kami menyampaikan terima kasih kepada seluruh pihak yang telah memberikan dukungan, masukan, dan kontribusi dalam proses penyusunan buku ini, khususnya kepada jajaran pimpinan dan sivitas akademika Universitas Yudharta Pasuruan yang telah memberikan dukungan terhadap pengembangan pengetahuan, kajian akademik, dan penyusunan karya ini.

Kami menyadari bahwa buku ini masih memiliki keterbatasan, baik dari sisi pembahasan maupun penyajian. Oleh karena itu, kritik dan saran yang konstruktif sangat kami harapkan untuk penyempurnaan pada edisi berikutnya. Semoga buku ini dapat memberikan manfaat, memperluas wawasan pembaca, serta menjadi salah satu referensi dalam upaya pengelolaan minyak jelantah yang lebih bijak, produktif, ramah lingkungan, dan berkelanjutan.

Pasuruan, 1 September 2026

Tim Penulis

DAFTAR ISI

INFORMASI BUKU	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI	vii
 BAB 1 PENDAHULUAN	1
1. Latar Belakang	1
2. Potensi Minyak Jelantah	4
BAB 2 KARAKTERISTIK MINYAK JELANTAH	7
1. Minyak Jelantah	7
2. Sumber Minyak Jelantah.....	8
3. Perubahan akibat Pemakaian Berulang.....	14
4. Reaksi Kimia Selama Penggorengan	21
BAB 3 DAMPAK LINGKUNGAN DAN KESEHATAN.....	27
1. Dampak pada Tanah dan Tanaman.....	27
2. Dampak pada Sistem Akuatik dan Udara	29
3. Dampak Bagi Kesehatan.....	31
BAB 4 PENGUMPULAN, PENYIMPANAN, DAN PENGOLAHAN AWAL	35
1. Pengumpulan Minyak Jelantah	36
2. Penyimpanan yang Aman dan Pencegahan Kontaminasi.....	42
3. Pra-Perlakuan Sebelum Konversi Minyak Jelantah.....	44
BAB 5 PELUANG PEMANFAATAN MINYAK JELANTAH.....	51
1. Minyak Jelantah Sebagai Bahan Baku Biofuel.....	52
2. Minyak Jelantah sebagai Bahan Baku Bio-pelumas	55
3. Minyak Jelantah sebagai Bahan Baku <i>Plasticizer</i>	56
4. Minyak jelantah sebagai Bahan Baku Surfaktan dan Deterjen	58
5. Minyak Jelantah sebagai Bahan Baku Produk Rumah Tangga	59

BAB 6 PEMANFAATAN MINYAK JELANTAH	
UNTUK SABUN	61
1. Sabun.....	61
2. Sabun Minyak Jelantah	63
BAB 7 PEMANFAATAN MINYAK JELANTAH UNTUK	
LILIN AROMATERAPI	69
BAB 8 PEMANFAATAN MINYAK JELANTAH UNTUK	
PUPUK ORGANIK	75
1. Pembuatan Pupuk.....	75
2. Fermentasi dan Peran Mikroorganisme dalam Proses ..	77
3. Kualitas dan Standarisasi Produk Pupuk Jelantah	78
4. Manfaat Pupuk Jelantah untuk Tanaman dan	
Lingkungan	78
DAFTAR PUSTAKA	81

BAB 1

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang

Minyak goreng adalah lemak cair yang terbuat dari tanaman, hewan, atau bahan sintetis yang digunakan dalam memanggang, menggoreng, dan proses memasak lainnya. Minyak goreng disebut sebagai *edible oil* (minyak dikonsumsi) dan digunakan untuk *flavoring* (pemberi rasa dan aroma) dan untuk bahan tambahan makan makanan yang tidak memerlukan panas, seperti saus salad dan saus roti. Beberapa minyak goreng termasuk dalam jenis lemak jenuh (*saturated fat*), seperti minyak kelapa, minyak sawit, dan minyak inti sawit, yang berbentuk padat pada suhu kamar, namun sebagian besar minyak goreng biasanya berbentuk cair. Sumber lain yang digunakan untuk minyak goreng berasal dari kacang-kacangan dan sayuran yang memiliki kandungan lemak tinggi seperti kacang tanah, kedelai, zaitun, dan lain-lain. *Vegetable oil* atau lemak yang diekstrak dari sumber nabati seperti biji-bijian, kacang-kacangan, dan buah-buahan yang paling banyak digunakan berasal dari: kelapa sawit, jagung, dan bunga matahari. Penggunaan minyak goreng pada makanan sangat penting

karena itu meningkatkan rasa, warna, dan penyajian makanan kita. Di dunia modern, minyak goreng digunakan sebagai media pemindah panas serta bahabn aditif atau bahan baku makanan.



Gambar 1.1 Minyak goreng dan minyak jelantah

Minyak goreng menjadi kebutuhan sehari-hari yang tak terelakkan bagi masyarakat. Penggunaannya sebagai bahan untuk menggoreng atau pemasakan dapat menghasilkan minyak goreng bekas pakai disebut sebagai "*used cooking oil*" (UCO) atau "*wasted frying oil*" (WFO) atau di Indonesia dikenal sebagai minyak jelantah. Sumber minyak jelantah dapat dikategorikan menjadi dua: HORECA (hotel, restoran, dan katering) dan rumah tangga. Seiring dengan peningkatan konsumsi, secara bertahap juga menghasilkan limbah dari penggunaan minyak goreng yang telah digunakan. Minyak goreng bekas dalam jumlah besar

seringkali dibiarkan begitu saja tanpa pengolahan lebih lanjut. Minyak goreng merupakan limbah berbahaya yang tidak dapat dibuang langsung ke lingkungan. Namun karena tidak tersedianya fasilitas pembuangan minyak jelantah dan rendahnya kesadaran masyarakat akan bahaya minyak jelantah, pembuangan minyak jelantah ke lingkungan, seperti ke saluran pembuangan atau tanah, masih banyak dilakukan. Pembuangan minyak jelantah ke saluran pembuangan dapat mencemari air tanah, menurunkan efisiensi fasilitas pengolahan air limbah, dan pada akhirnya meningkatkan biaya pemeliharaan fasilitas. Selain itu, pembuangan minyak jelantah ke tanah dapat menyebabkan kandungan limbah minyak jelantah kembali ke tubuh manusia melalui rantai makanan melalui pakan ternak, yang berdampak buruk bagi kesehatan manusia. Disisi lain pembuangan minyak jelantah dapat mencemari lingkungan perairan, termasuk sungai dan ekosistem laut.

Beberapa penelitian menunjukkan minyak goreng bekas atau minyak jelantah dapat menjadi sumber bahan yang menjanjikan. Dalam beberapa tahun terakhir, telah terjadi lonjakan pendekatan dan teknologi inovatif yang ditujukan untuk daur ulang minyak jelantah. Pertimbangan terhadap minyak jelantah telah bergeser dari limbah

berbahaya menjadi bahan baku berharga. Selama 5 tahun terakhir, beberapa proses inovatif berbasis pemanfaatan minyak goreng bekas melalui proses daur ulang telah muncul dalam literatur. Minyak jelantah dapat berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai sabun cuci piring, lilin bahkan untuk biodiesel. Upaya ini sangat efektif dalam mengurangi pencemaran lingkungan. Selain itu, upaya ini dapat mendukung pengembangan inovasi pengolahan skala rumah tangga untuk pengolahan minyak goreng bekas. Prospek jangka panjang dapat mengarah pada pemasaran dengan beberapa aditif untuk mengkomersialkan produk. Buku ini memaparkan peluang, lingkungan dan ekonomi dari limbah minyak goreng (jelantah). Mulai dari karakteristik kimia, dampak pencemaran, teknik pengumpulan, konversi menjadi sabun dan biodiesel, hingga panduan usaha skala rumah tangga. Disertai juga pembahasan studi kasus pengelolaan minyak jelantah, contoh penerapan teknologi pengolahan, serta aspek keselamatan dan pengembangan produk.

2. Potensi Minyak Jelantah

Minyak goreng bekas merupakan produk sampingan berharga dari rantai makanan, yang dapat dimanfaatkan

sebagai bahan baku ramah lingkungan untuk produksi bahan kimia. Jumlah minyak goreng yang tersedia di seluruh dunia sangat besar, menyebabkan masalah lingkungan, ekonomi, dan sosial yang serius. Diperkirakan lebih dari 15 juta ton limbah minyak goreng bekas dihasilkan setiap tahun di dunia, dengan Uni Eropa (UE) menghasilkan hampir 1 juta ton per tahun.

Sedangkan di Indonesia, merupakan negara dengan konsumsi minyak goreng sawit terbesar, diikuti oleh India, Cina, Uni Eropa, Malaysia, Pakistan, Thailand, Amerika Serikat, Nigeria, dan Bangladesh. Indonesia memiliki potensi minyak goreng bekas yang signifikan. Menurut data Menteri Perindustrian Republik Indonesia, penggunaan minyak goreng sawit terus meningkat selama lima tahun terakhir. Konsumsi minyak sawit nasional pada tahun 2018 sebesar 13,4 juta ton, dan meningkat menjadi 20,9 juta ton pada tahun 2022. Antara tahun 2018 dan 2022, konsumsi minyak sawit nasional naik rata-rata 12,04%. Menurut statistik ini, rata-rata jumlah minyak goreng yang diproduksi akan berada antara 40 dan 60%, atau 8,36–12,54 juta ton, pada tahun 2022. Namun, Indonesia baru berhasil mengumpulkan sekitar 18,5% minyak bekas pakai, atau 1,54–2,31 juta ton. Sedangkan di Uni Eropa, 51%

minyak goreng bekas berasal dari rumah tangga dan hanya beberapa persen yang dikumpulkan. Untuk itulah perlu tantangan besar dalam sistem pengumpulan dan pengolahan minyak goreng bekas.

Selama lima tahun terakhir, telah muncul jalur-jalur baru untuk pemanfaatan kembali minyak jelantah menggunakan berbagai strategi dan teknologi. Untuk meminimalkan dampak minyak jelantah terhadap lingkungan, teknik-teknik minimisasi limbah seperti pengurangan limbah, daur ulang limbah, dan pemanfaatan limbah diterapkan. Pemanfaatan minyak mengarah pada menurunkan limbah, pengurangan biaya pembuangan limbah, dan pemanfaatan limbah untuk menghasilkan produk bernilai. Saat ini terdapat potensi besar bagi minyak goreng bekas untuk digunakan sebagai bahan baku berbiaya rendah dalam produksi biodiesel, pelumas, resin, sabun, dan berbagai aplikasi lainnya (peremajaan bitumen atau komponen media fermentasi).

BAB 2

KARAKTERISTIK MINYAK JELANTAH

1. Minyak Jelantah

Minyak goreng bekas adalah produk sampingan dari menggoreng makanan dengan minyak goreng yang terbuat dari lemak nabati atau hewani olahan. Minyak bekas ini biasanya hasil penggorengan masakan menggunakan suhu 150 sampai 200°C. Limbah berupa lemak dan lemak tergolong cair pada suhu ruangan, sehingga jika tidak ditangani dengan benar, minyak goreng bekas pada akhirnya akan berakhir di sistem pembuangan limbah dan air, yang selanjutnya akan merusak lingkungan. Minyak goreng merupakan yang dikonsumsi oleh masyarakat menyumbang antara 15% dan 20% dari total konsumsi kalori, utamanya adalah triasilgliserol (88–98%) dan merupakan bagian penting dari pola makan sehat.



Gambar 2.1. Proses penggorengan menghasilkan minyak jelantah

2. Sumber Minyak Jelantah

Sebagian besar minyak goreng bekas berasal dari rumah tangga, hotel, restoran dan produsen makanan. Proses penggorengan untuk membuat makanan favorit kita biasanya menggunakan wadah penggoreng yang menampung banyak minyak. Minyak ini harus diganti secara teratur agar makanan tetap higienis dan segar. Restoran, rumah makan, dan restoran cepat saji merupakan sumber terbesar limbah minyak komersial. Sejumlah besar minyak goreng bekas juga diproduksi oleh industri makanan, untuk membuat keripik kentang, keripik jagung, dan keripik jagung. Selain itu rumah tangga, kafetaria di tempat kerja dan sekolah semuanya menggunakan minyak untuk penggorengan dan produksi makanan lainnya. Berbagai minyak nabati yang digunakan untuk pemasakan dan penggorengan dijelaskan dibawah ini:

a. Kelapa sawit

Minyak kelapa sawit terdiri dari 2 jenis yaitu minyak sawit dan minyak inti sawit.. Minyak sawit berasal dari mesokarp yaitu daging buah bagian luar yang berserat dan berwarna jingga, sedangkan minyak inti sawit berasal dari dalam cangkang buah sawit. Keduanya menghasilkan minyak kelapa sawit yang memiliki komposisi asam lemak

berbeda. Minyak inti sawit sangat kaya akan asam lemak jenuh (*saturated fatty acid*) yaitu jenis asam lemak yang tidak memiliki ikatan rangkap pada rantai karbonnya. Lemak ini cenderung padat pada suhu ruangan dan banyak ditemukan pada beberapa minyak nabati seperti minyak kelapa dan sawit makanan dan juga hewani seperti daging berlemak, keju, dan mentega. Asam lemak jenuh yang terkandung dalam minyak kelapa sawit terutama asam lemak laurat (C12:0, 45–55%), diikuti asam miristat (14–18%) dan asam palmitat (6,5–10,0%). Selain itu juga mengandung asam lemak tidak jenuh yaitu asam lemak yang mengandung ikatan rangkap pada rantai karbonnya. Asam lemak tidak terdiri dari asam oleat (12–19%) yang merupakan asam lemak tidak jenuh tunggal (*mono unsaturated fatty acids*), serta mengandung asam lemak tidak jenuh ganda (*poly unsaturated fatty acids*) yaitu asam linoleat sebanyak 3,7%. Karena kandungan asam lemak laurat yang tinggi ini, minyak inti sawit dan minyak kelapa juga disebut "minyak laurat". Minyak inti kelapa sawit mengandung sterol dan tokoferol, dengan kadar yang lebih rendah dibandingkan minyak lain. Di sisi lain, minyak sawit memiliki komposisi asam lemak jenuh dan tidak jenuh yang relatif seimbang. Asam lemak jenuh palmitat

sebanyak 39,3–47,5% dan diikuti asam oleat (36–44%), asam linoleat (9–12%) dan stearat (3,5–6,0%). Komponen minor dari minyak sawit adalah karotenoid, sterol jumlahnya lebih rendah dibandingkan minyak lainnya, tetapi, mengandung vitamin E, yaitu tokotrienol yang kandungannya lebih tinggi seperti halnya minyak dedak padi .

Minyak dan lemak yang berasal dari tanaman kelapa sawit adalah yang paling banyak digunakan di seluruh dunia. Minyak ini digunakan dalam industri makanan untuk produksi margarin, shortening dan sebagai minyak goreng, khususnya berguna sebagai bahan dalam produksi makanan kaya lemak seperti kue, es krim atau krim isian.



Gambar 2.2 Kelapa sawit, inti kelapa sawit dan minyak goreng yang dihasilkan

b. Minyak kelapa

Minyak kelapa terkadang disebut lemak kelapa, diperoleh dari bagian inti/daging kelapa (*Cocos nucifera* L.). Komponen utama, mengandung sekitar 90% asam lemak jenuh, yang secara signifikan lebih besar daripada minyak nabati lain yang umum dikonsumsi, bahkan lebih dari minyak inti sawit. Asam lemak jenuh mengandung asam laurat (45,1–53,2%), kaprilat (C8:0, 4,6–10,0%) dan kaprat (C10:0, 5–8%). Karena kandungan asam laurat yang tinggi inilah minyak kelapa disebut sebagai "minyak laurat". Kandungan asam lemak tidak jenuh lebih kecil dibandingkan asam lemak jenuh yaitu asam oleat (5-10%) dan linoleat (1,0-2,5%). Komponen minor minyak kelapa mengandung sterol, dan memiliki konsentrasi vitamin E yang jauh lebih rendah dibandingkan minyak sayur lainnya (<50 mg/kg minyak mentah),.



Gambar 2.3 Minyak kelapa

c. Minyak jagung

Minyak jagung berasal dari lembaga biji jagung, merupakan produk sampingan dari pengolahan jagung menjadi pati jagung. Komposisi asam lemaknya memiliki kandungan yang tinggi pada asam lemak tidak jenuh ganda, terutama linoleat (34,0-65,6%), serta asam linolenat dalam proporsi yang lebih rendah (<2%). Selain itu, mengandung asam lemak jenuh tunggal oleat sebanyak 20,0-42,2%. Kandungan asam lemak jenuh minyak jagung sebanyak 8,9-22,4%. Profil asam lemak minyak jagung ini sangat mirip dengan minyak bunga matahari. Komponen minor minyak jagung, sangat besar dibandingkan dengan minyak nabati lainnya karena sangat kaya akan sterol bebas dan diesterifikasi dengan asam ferulat. Minyak jagung juga mengandung sejumlah besar vitamin E (terutama gamma-tokoferol, meskipun tokotrienol juga ada). Di beberapa wilayah negara seperti Amerika Utara, penggunaan minyak jagung olahan untuk menggoreng telah meningkat dalam beberapa tahun terakhir, karena pembatasan penggunaan lemak terhidrogenasi parsial untuk minyak goreng karena dapat mengandung asam lemak trans.



Gambar 2.4 Minyak jagung

d. Minyak kedelai

Kedelai merupakan tanaman penghasil minyak kedua terbanyak di dunia. Minyak ini diekstraksi dari biji tanaman kedelai (*Glycine max*) melalui proses penghancuran dan pemurnian. Komponen lipid utamanya adalah asam lemak tak jenuh ganda, terutama linoleat (48–59%), serta mengandung linolenat yang relatif tinggi (4,5–11,0%). Minyak kedelai juga mengandung asam lemak tak jenuh tunggal yaitu asam oleat (17–30%) dan proporsi asam lemak lemak jenuhnya jauh lebih rendah yaitu 10,1–21,0%. Kandungan komponen minornya yaitu sterol dan vitamin E dalam proporsi tinggi (terutama gamma-tokoferol dan juga tokotrienol). Selama proses penyulingan minyak, keberadaan protein alergenik juga berkurang secara

signifikan, sehingga minyak kedelai yang dimurnikan sepenuhnya tidak menyebabkan reaksi alergi pada sebagian besar individu dengan alergi kedelai.



Gambar 2.5 Minyak kedelai

3. Perubahan akibat Pemakaian Berulang

Pengolahan makanan melalui proses penggorengan menggunakan minyak nabati, yang dipanaskan pada suhu tinggi secara terus menerus hingga mencapai suhu antara 150°C sampai 200°C, dapat menimbulkan beberapa peristiwa perpindahan massa yaitu kehilangan air, penyerapan minyak ke dalam makanan, serta berbagai interaksi senyawa-senyawa di bahan makanan (karbohidrat, protein, vitamin) dengan minyak goreng. Pemakaian berulang juga menyebabkan perpindahan massa, garam dan rempah-rempah dari makanan berpindah ke minyak goreng, dan unsur logam berpindah dari

wajan/penggorengan dan peralatan dapur berpindah juga ke minyak. Proses masuknya air ke dalam minyak dan kontaminasi bahan dapat menyebabkan perubahan fisik (warna, viskositas, densitas) dan kimia (nilai asam, komposisi asam lemak) serta terjadinya degradasi panas yang menyebabkan perubahan struktur minyak (senyawa polar total). Degradasi termal, perubahan fisik dan kimia, serta perubahan komposisi dapat terjadi melalui reaksi oksidasi, hidrolisis, polimerisasi, menyebabkan perubahan pada sifat dan komposisi dari asam lemak jenuh.

Dari sudut pandang fisik, prosedur penggorengan meningkatkan viskositas dan panas spesifik, variasi tegangan permukaan dan warna, dan kecenderungan lemak untuk membentuk busa. Penggunaan minyak goreng pada suhu tinggi yang berulang menyebabkan perubahan karakteristik minyak seperti densitas, viskositas kinematik, panas spesifik, nilai iodin, nilai peroksida, nilai saponifikasi, kadar air, titik nyala, jumlah ikatan tunggal/ganda, dan persentase komponen tak jenuh tunggal/ganda. Beberapa perubahan sifat fisikokimia dan komposisi asam lemak dari minyak goreng yang telah digunakan dipengaruhi oleh tingkat penggunaan, suhu penggorengan, sumber minyak nabati murni serta jenis makanan yang digoreng dengan

minyak tersebut. Beberapa senyawa juga dapat terbentuk dari hasil proses penggorengan yaitu hidrokarbon, aldehida, asam lemak, alkohol, keton, furan, ester, dan lakton diidentifikasi sebagai senyawa volatil yang terbentuk selama pemanasan. Konsentrasi senyawa tersebut dapat meningkat ketika suhu minyak dinaikkan dari 50°C menjadi 200°C. Prosedur penggorengan juga mempengaruhi parameter kimia minyak dalam hal komposisi asam lemak, bilangan iodin, keasaman, bilangan peroksida, bilangan p-anisidina, bilangan oksidasi total, bilangan asam 2-tiobarbiturat, dan total senyawa polar.

Sifat fisik dan kimia minyak jelantah terutama bergantung pada beberapa hal yaitu jenis minyak nabati (terutama komposisi asam lemak), proses penggorengan (suhu, waktu, jumlah penggunaan ulang, pemanasan terputus-putus (*intermiten*) atau kontinu, pelengkap minyak segar, serta cara penggorengan), jenis makanan yang digoreng, serta kondisi dan waktu penyimpanan. Semakin tinggi suhu dan semakin lama waktu penggorengan, semakin cepat minyak mengalami degradasi. Panas tinggi memicu reaksi hidrolisis, oksidasi, serta polimerisasi. Pemanasan yang terputus-putus dapat mempercepat degradasi. Saat minyak didinginkan dan

16 | Konsep, Karakteristik, Pengelolaan, & Pemanfaatannya

dipanaskan kembali, paparan oksigen pada suhu tinggi akan lebih intens, memicu oksidasi. Komposisi awal minyak sangat menentukan. Derajat ketidakjenuhan asam lemak juga merupakan faktor utama yang mempengaruhi stabilitas oksidatif minyak. Minyak yang kaya akan asam lemak tak jenuh ganda (seperti minyak kedelai atau bunga matahari) akan lebih rentan terhadap oksidasi dan polimerisasi saat dipanaskan. Sebaliknya, minyak yang kaya asam lemak jenuh (seperti minyak kelapa) akan lebih stabil. Reaksi oksidasi akan meningkat secara signifikan pada saat pemanasan dan terjadi penurunan dan kehilangan yang besar khususnya pada asam lemak tak jenuh tinggi dengan derajat ketidakjenuhan asam lemak yang tinggi pula. Selain itu, akan terjadi pembentukan senyawa aldehida volatil (alkanal, alkenal, atau alkadienal) merupakan indeks intensitas oksidasi lipid. Stabilitas oksidatif minyak goreng dapat ditingkatkan dengan memodifikasi komposisi asam lemak dan menambahkan antioksidan. Penambahan minyak wijen ke dalam minyak kedelai meningkatkan stabilitas oksidatif campuran minyak selama penggorengan adonan tepung pada suhu 160°C karena kandungan antioksidan lignan dan tokoferolnya yang tinggi. Suhu penggorengan yang tinggi mempercepat oksidasi termal dan polimerisasi

minyak. Selain itu, pemanasan berkelanjutan lebih disukai daripada pemanasan dan pendinginan intermiten karena kelarutan oksigen dalam minyak meningkat ketika minyak mendingin dari suhu penggorengan. Perubahan fisik dalam minyak akibat penggorengan dalam meliputi peningkatan warna, pembusaan, dan viskositas. Perubahan tersebut dapat dijelaskan dibawah ini:

a. Warna

Warna merupakan indikator yang dapat digunakan oleh industri pangan untuk pemantauan cepat kualitas minyak goreng. Perubahan warna minyak menjadi lebih gelap terjadi karena terbentuknya pigmen (produk dekomposisi nonvolatil [NVDP] dan senyawa karbonil tak jenuh α,β -) yang terjadi selama reaksi oksidasi dan dekomposisi termal asam lemak yang berdifusi ke dalam minyak selama penggorengan, meskipun karena adanya jejak karotenoid yang tersedia dalam minyak. Warna gelap minyak jelantah juga dapat disebabkan oleh produk gosong yang terkaramelisasi. Kondisi ini mempercepat penurunan nilai kecerahan (nilai-L) dalam minyak ketika diamati dengan kolorimeter Hunter. Minyak menunjukkan bahwa lebih gelap (L^*), lebih kemerahan (a^*), dan kekuningan (b^*) dibandingkan dengan warna minyak segar. Lebih lanjut,

18 | Konsep, Karakteristik, Pengelolaan, & Pemanfaatannya

perbedaan warna total yang menggabungkan nilai L^* , a^* , dan b^* ditemukan meningkat seiring bertambahnya waktu penggorengan. Nilai warna minyak nabati juga meningkat seiring bertambahnya waktu penggorengan. Hal ini disebabkan oleh pergerakan pigmen coklat dari produk yang digoreng ke dalam minyak goreng. Kombinasi oksidasi dan polimerisasi asam lemak tak jenuh dalam media penggorengan juga menjadi penyebab peningkatan nilai warna. Warna yang menjadi gelap dianggap sebagai petunjuk yang bermanfaat karena minyak telah mengalami kerusakan sehingga mencegah penggunaan minyak goreng yang berlebihan secara terus-menerus.

b. Densitas

Densitas merupakan sifat penting yang mempengaruhi perpindahan panas melalui konveksi alami dan pergerakan gelembung gas yang mengapung dalam cairan. Densitas berbagai jenis minyak berbeda karena perbedaan komposisinya. Selama penggorengan dan pemanasan minyak, reaksi seperti oksidasi, polimerisasi, isomerisasi (baik pada penggorengan maupun pemanasan), dan hidrolisis (pada penggorengan) terjadi dalam minyak panas, akibatnya, beberapa polimer dihasilkan. Pembentukan polimer ini secara langsung meningkatkan

massa molekul rata-rata minyak, sehingga membuatnya lebih padat. Peningkatan densitas ini dapat diukur dan dijadikan indikator tingkat degradasi minyak. Berdasarkan penelitian menunjukkan perubahan kepadatan minyak sawit lebih besar daripada minyak zaitun, menunjukkan bahwa pembentukan kandungan polimer yang lebih tinggi dalam minyak sawit daripada minyak zaitun dan perubahan kepadatan lebih menonjol setelah siklus penggorengan ke-20. Secara keseluruhan, peningkatan densitas pada minyak jelantah merupakan akibat langsung dari akumulasi senyawa hasil degradasi seperti polimer, produk oksidasi, dan molekul-molekul lain yang lebih berat. Semakin sering minyak digunakan, semakin banyak senyawa ini terbentuk, yang pada gilirannya akan meningkatkan densitas minyak jelantah.

c. Viskositas

Viskositas merupakan salah satu indikator yang digunakan untuk mengevaluasi perubahan fisik dalam minyak nabati. Viskositas bergantung pada densitas, berat molekul, titik lebur, derajat ketidakjenuhan, dan suhu. Viskositas meningkat selama hidrogenasi seiring bertambahnya panjang rantai asam lemak trigliserida dan derajat kejenuhan asam lemak. Minyak yang kaya akan

20 | Konsep, Karakteristik, Pengelolaan, & Pemanfaatannya

asam linoleat lebih mudah terpolimerisasi selama penggorengan lemak dalam dibandingkan minyak yang kaya akan asam oleat. Viskositas dipengaruhi oleh suhu yang lebih tinggi, udara, dan peningkatan jumlah siklus penggorengan, serta meningkatkan pembentukan senyawa oksidatif dan polimer, dan meningkatkan kecenderungan berbusa selama penggorengan. Penggorengan berulang akan menyebabkan peningkatan viskositas minyak jelantah karena kerusakan kimia dan fisik seperti polimerisasi dan oksidasi yang mengubah asam lemak tak jenuh menjadi lebih jenuh dan membentuk polimer. Peningkatan viskositas ini adalah indikator penurunan mutu minyak karena pembentukan senyawa berbahaya dan kerusakan struktur molekuler minyak.

4. Reaksi Kimia Selama Penggorengan

Berikut merupakan fenomena reaksi kimia yang bertanggung jawab atas kualitas dan perubahan minyak selama penggorengan:

a. Hidrolisis

Proses hidrolisis merupakan proses pemecahan trigliserida dengan adanya air dan uap yang menghasilkan senyawa monogliserida, digliserida, asam lemak bebas, dan

gliserol. Tingkat hidrolisis bergantung pada suhu minyak, luas antarmuka antara minyak dan fase air, serta jumlah air dan uap. Asam lemak bebas dan produk asam dengan berat molekul rendah yang dihasilkan dari oksidasi lemak meningkatkan proses hidrolisis dengan adanya uap.

b. Oksidasi

Tiga jenis oksidasi terjadi dalam minyak goreng, yaitu auto-oksidasi, oksidasi termal, dan oksidasi fotosensitisasi. Auto-oksidasi merupakan proses reaksi kimia yang tidak diinginkan, terjadi ketika minyak/lemak bereaksi dengan oksigen di udara pada suhu kamar. Hal ini mengakibatkan ketengikan minyak, yang menimbulkan bau dan rasa tidak sedap akibat degradasi oksidatif atau hidrolitik minyak. Ketengikan oksidatif melibatkan serangan oksigen pada gliserida dan terjadi pada semua jenis lemak tak jenuh. Oksidasi termal terjadi akibat pemanasan pada suhu tinggi lebih dari 180°C, dimana laju reaksi oksidasi termal lebih cepat terjadi daripada auto-oksidasi. Semua proses oksidasi yang disebutkan di atas mengikuti mekanisme yang dikenal sebagai mekanisme pembentukan radikal bebas. Mekanisme ini terutama melibatkan tiga tahapan yaitu inisiasi rantai, propagasi, dan terminasi yaitu reaksi berantai radikal yang umum terjadi, di mana radikal bebas

22 | Konsep, Karakteristik, Pengelolaan, & Pemanfaatannya

yang sangat reaktif terbentuk dan bereaksi dengan molekul lain dalam suatu siklus yang menyebabkan pembentukan produk oksidasi dan kerusakan. Inisiasi, tahap pertama di mana radikal bebas (R). pertama kali terbentuk, seringkali karena adanya energi dari cahaya atau panas yang menyebabkan pemecahan homolitik ikatan yang lemah. Propagasi, tahap kedua di mana radikal yang terbentuk bereaksi dengan molekul stabil lainnya, mengubahnya menjadi radikal baru dan menciptakan produk seperti hidroperoksida (ROO). Proses ini berlanjut sebagai rantai, karena setiap radikal baru dapat memicu pembentukan radikal lain, menjaga reaksi berlanjut. Radikal peroksida mengabstraksi hidrogen dari molekul lipid lain dan membentuk radikal lipid. Kadar radikal peroksida lebih tinggi daripada radikal bebas lipid. Hidroperoksida sangat tidak stabil dan menghasilkan senyawa rantai pendek melalui pemutusan ikatan O-O, C-C, dan C-O di sekitar gugus peroksida untuk terurai menjadi senyawa rantai pendek. Radikal mengkatalisis reaksi sementara pembentukan dan penguraian radikal peroksida berlangsung secara reversibel. Terminasi, tahap terakhir di mana dua radikal saling bereaksi dan membentuk spesies non-radikal yang stabil. Ini menghentikan reaksi berantai karena jumlah

radikal bebas berkurang menjadi nol, mengakhiri siklus oksidasi. Terminasi melibatkan pembentukan produk akhir seperti dimer nonpolar, monomer teroksidasi, oligomer, alkohol, aldehida, keton, asam dan lain-lain. Suhu penggorengan, jumlah proses penggorengan, kandungan asam lemak bebas, logam polivalen, dan asam lemak tak jenuh dalam minyak dapat menurunkan stabilitas oksidatif dan kualitas rasa minyak. Adanya senyawa antioksidan dapat menghentikan reaksi oksidasi dengan mendonorkan atom hidrogennya untuk menstabilkan radikal bebas, sehingga mencegah reaksi propagasi. Meskipun antioksidan berperan penting dalam menurunkan oksidasi minyak goreng, efektivitas antioksidan menurun seiring dengan peningkatan suhu penggorengan. Oksidasi merupakan salah satu perubahan deterioratif terpenting yang terjadi pada minyak goreng.

c. Polimerisasi

Polimerisasi merupakan proses kimia di mana molekul-molekul kecil, yang dalam hal ini berasal dari komponen minyak seperti trigliserida dan produk hasil degradasinya, saling berikatan membentuk molekul yang lebih besar berupa dimer, oligomer, hingga polimer. Selama proses penggorengan pada suhu tinggi, minyak mengalami

berbagai reaksi kimia, terutama oksidasi, hidrolisis, dan polimerisasi. Polimerisasi terjadi akibat pembentukan radikal bebas yang berasal dari pemutusan ikatan pada asam lemak tak jenuh. Radikal-radikal ini meliputi radikal alkil lipid, radikal alkil peroksi, dan radikal alkoksi yang sangat reaktif, sehingga mudah berikatan satu sama lain membentuk struktur molekul yang lebih kompleks.

Mekanisme utama polimerisasi minyak selama penggorengan adalah mekanisme radikal bebas. Dalam mekanisme ini, radikal yang terbentuk akan saling bereaksi dan membentuk dimer dan oligomer, baik yang bersifat polar maupun nonpolar. Oligomer polar terbentuk melalui reaksi antar molekul trigliserida yang menghasilkan ikatan eter atau peroksida sebagai ikatan penghubung antar molekul. Selain mekanisme radikal bebas, polimerisasi juga dapat berlangsung melalui reaksi Diels–Alder, khususnya pada asam lemak tak jenuh dengan ikatan rangkap terkonjugasi, yang memungkinkan terbentuknya struktur siklik yang lebih stabil pada suhu tinggi.

Laju polimerisasi dalam minyak goreng umumnya lebih tinggi dibandingkan laju oksidasi pada suhu penggorengan normal. Hal ini disebabkan oleh tingginya energi panas yang mempercepat pembentukan radikal dan

meningkatkan frekuensi tumbukan antar molekul reaktif. Jenis ikatan yang terbentuk selama polimerisasi dapat berbeda tergantung pada karakteristik minyak dan kondisi pemanasan. Pada minyak kedelai teroksidasi yang dipanaskan pada suhu sekitar 175°C, ikatan ester berperan penting dalam pembentukan struktur polimer. Sementara itu, pada minyak zaitun murni teroksidasi yang dipanaskan pada suhu lebih rendah, sekitar 130°C, ikatan eter lebih dominan dan berfungsi sebagai ikatan silang antar molekul trigliserida.

Massa molekul dan jenis oligomer yang terbentuk sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain jenis minyak, tingkat ketidakjenuhan asam lemak, suhu dan lama penggorengan, jumlah siklus pemanasan ulang, serta ketersediaan oksigen. Minyak dengan kandungan asam lemak tak jenuh yang tinggi cenderung lebih mudah mengalami polimerisasi karena ikatan rangkapnya lebih reaktif terhadap radikal bebas. Semakin tinggi suhu dan semakin sering minyak digunakan kembali, semakin besar pula jumlah polimer yang terbentuk.

BAB 3

DAMPAK LINGKUNGAN DAN KESEHATAN

1. Dampak pada Tanah dan Tanaman

Minyak jelantah mengandung hidrokarbon yang dapat membuat tanah menjadi lebih beracun dan kurang subur dan produktif. Perubahan warna dan tekstur tanah yang tercemar adalah indikator utama menunjukkan seberapa signifikan nilai estetika tanah terdampak warna, tekstur, dan bentuk alami tanah). Pencemaran minyak goreng bekas menyebabkan populasi mikroba tanah dan bahan organik menurun. Limbah minyak goreng yang tertinggal di tanah dapat mengakibatkan tidak aktifnya mikroorganisme, yang dapat menyebabkan aerasi yang buruk dan membuat tanah yang terdampak menjadi seperti debu. Minyak goreng bekas mengandung logam berat yang dapat tertahan di tanah sebagai oksida, hidroksida, karbonat, dan kation yang dapat dipertukarkan. Adanya senyawa ini dapat mengikat bahan organik di tanah dan menyebabkan kehidupan mikroba dalam tanah menjadi mati. Meskipun beberapa logam ini merupakan mikronutrien penting bagi tanaman dalam jumlah rendah, sebagian besar spesies tanaman dapat mengalami penghambatan pertumbuhan dan masalah

metabolisme ketika logam mineral ini hadir dalam jumlah besar. Bahan kimia yang terkandung dalam bak penampung dapat bermigrasi dan melakukan reaksi-reaksi di dalam lingkungan tergantung pada keadaan. Sebagian besar komponen hidrokarbon minyak jelantah memiliki bobot molekul yang tinggi dan terkadang menempel pada permukaan tanah. Berdasarkan penelitian adanya minyak yang masuk dalam tanah sangat menghambat aktivitas enzim katalase dan dehidrogenase tanah, menunda perkecambahan biji, dan mengurangi pertumbuhan tanaman. Adanya minyak dalam tanah terhadap mikroorganisme seperti jamur mikoriza, dan terbukti menyebabkan efek tidak langsung seperti perubahan interaksi antara tanaman, air, dan udara. Minyak bekas selalu membuat tanah lebih gelap daripada yang seharusnya. Karena itu, tanah yang tercemar dapat menyerap dan menahan panas lebih lama daripada tanah yang tidak terkontaminasi. Kontaminasi minyak jelantah pada tanah menyebabkan penurunan kelembapan tanah yang signifikan. Secara keseluruhan minyak jelantah yang dibuang ke tanah berdampak pada kesuburan tanah, menyebabkan pemadatan tanah liat, mengurangi perkecambahan biji dan pertumbuhan radikula,

28 | Konsep, Karakteristik, Pengelolaan, & Pemanfaatannya

memperparah toksisitas tanah, dan menyebabkan kerusakan berlebihan pada sifat geoteknik tanah. Semua hal ini mengancam keseimbangan ekosistem tanah, penyebab dampak keseluruhan terhadap lingkungan dan kesehatan manusia.



Gambar 3.1. Tanah yang tercemar oleh limbah

2. Dampak pada Sistem Akuatik dan Udara

Selama bertahun-tahun, pembuangan minyak jelantah telah menjadi perdebatan dan kekhawatiran ilmiah serta lingkungan. Misalnya, pembuangan minyak jelantah ke wastafel dapur menyebabkan penyumbatan pipa saluran

pembuangan dan memperparah korosi pada komponen logam dan beton sistem pembuangan limbah. Setelah dibuang dalam saluran pembuangan minyak bekas dapat bergerak dan akhirnya meresap ke badan air. Ketika minyak meresap melalui tanah dan masuk ke badan air seperti danau, sungai, dan anak sungai, air tanah menjadi terkontaminasi. Dampaknya pada sistem akuatik meliputi pembentukan lapisan atau kilau mikroskopis di permukaan air, yang menurunkan jumlah penetrasi oksigen yang dibutuhkan ikan dan bermacam kehidupan akuatik lainnya yang membentuk rantai makanan. Biota akuatik pasti akan mati lemas dan binasa karena penetrasi oksigen ke dalam air berkurang. Tergantung pada seberapa terkontaminasinya air, bentuk polusi oleh minyak jelantah ini juga dapat membuatnya tidak dapat diminum. Minyak jelantah tidak dapat terurai secara hayati, pembuangannya ke badan air membentuk lapisan seperti film di permukaan air yang mencegah oksigen membahayakan kehidupan akuatik dan laut, mencemari badan air, dan menyebabkan kerusakan parah pada kehidupan akuatik dan laut.



Gambar 3.2. Sungai yang tercemar limbah

3. Dampak Bagi Kesehatan

Penggorengan merupakan proses yang memicu banyak reaksi biokimia dalam medium panas dan menghasilkan banyak senyawa kimia. Senyawa terdegradasi ini dapat mencakup asam lemak bebas (*free fatty acids*/FFA), aldehida, alkana, 4-hidroksi nonenal, senyawa volatil hidroperoksida, dan trigliserida ter-polimerisasi. Jumlah produk terdegradasi meningkat seiring dengan lamanya waktu pemanasan pada suhu tinggi. Dengan demikian, semakin panas minyak dipanaskan, semakin banyak deprivasi yang terjadi dan semakin banyak senyawa

berbahaya serta produk peroksidasi lipid terbentuk dalam minyak goreng. Beberapa faktor dapat mempengaruhi nilai kualitas minyak goreng selama pemanasan yaitu aerasi (masuknya oksigen dalam minyak), suhu, durasi pemanasan, jenis minyak, rasio saturasi minyak, dan keberadaan katalis.

Berdasarkan penelitian minyak goreng dipanaskan berulang kali (RCO) adalah minyak yang telah digunakan berkali-kali untuk memasak, terutama menggoreng umumnya digunakan 3-6 kali sebelum dibuang sebagai limbah. Praktik ini umum dilakukan baik dalam memasak di rumah maupun di industri untuk menghemat biaya. Namun, pemanasan minyak yang berulang kali pada suhu tinggi menyebabkan penurunan sifat kimianya, yang mengakibatkan pembentukan senyawa toksik dan karsinogenik. Ketika minyak dipanaskan berulang kali, minyak mengalami beberapa reaksi kimia yang merusak strukturnya. Penggunaan minyak jelantah secara berulang kali untuk menggoreng makanan dapat menghasilkan senyawa-senyawa yang berbahaya bagi kesehatan. Perubahan yang terjadi berupa terbentuknya senyawa teroksidasi dan pembentukan senyawa toksik yaitu hidrokarbon aromatik polisiklik (PAH) dan aldehida.

Paparan panas dan udara mempercepat oksidasi, yang menghasilkan radikal bebas dan senyawa peroksida yang berbahaya.

Konsumsi makanan yang digoreng menggunakan minyak jelantah sangat berisiko bagi kesehatan karena minyak tersebut telah mengalami perubahan kimia akibat pemanasan berulang pada suhu tinggi. Ketika minyak dipanaskan berkali-kali, struktur asam lemak di dalamnya mengalami oksidasi dan degradasi. Proses ini menghasilkan radikal bebas dalam jumlah besar yang dapat memicu stres oksidatif di dalam tubuh. Stres oksidatif terjadi ketika jumlah radikal bebas melebihi kemampuan sistem antioksidan tubuh untuk menetralkannya.

Kerusakan DNA akibat stres oksidatif dapat menyebabkan mutasi genetik. Mutasi ini berpotensi mengganggu mekanisme normal pertumbuhan sel dan memicu perkembangan sel abnormal. Dalam jangka panjang, kondisi ini berkaitan erat dengan peningkatan risiko penyakit degeneratif, seperti penyakit kardiovaskular, diabetes melitus tipe 2, serta penyakit neurodegeneratif seperti Alzheimer dan Parkinson. Pada sistem kardiovaskular, misalnya, radikal bebas dapat mempercepat oksidasi kolesterol LDL, yang kemudian berkontribusi

terhadap pembentukan plak aterosklerosis di pembuluh darah.

Selain stres oksidatif, pemanasan minyak jelantah juga menyebabkan terbentuknya berbagai senyawa toksik dan karsinogenik. Salah satu senyawa berbahaya yang terbentuk adalah akrolein, yang berasal dari proses dehidrasi gliserol pada suhu tinggi. Akrolein merupakan aldehid tak jenuh yang bersifat sangat reaktif, dapat mengiritasi jaringan, serta memiliki sifat mutagenik, yaitu mampu merusak materi genetik sel.

Selain akrolein, minyak yang dipanaskan berulang kali menghasilkan berbagai aldehid toksik lainnya, seperti 4-hydroxynonenal (4-HNE). Senyawa ini merupakan produk peroksidasi lipid yang dapat berikatan dengan protein dan DNA, mengganggu fungsi sel, serta memicu peradangan kronis.

BAB 4

PENGUMPULAN, PENYIMPANAN, DAN PENGOLAHAN AWAL

Selama penggorengan, kualitas minyak goreng nabati secara bertahap menurun karena beberapa sebab yaitu degradasi termal dan kontaminasi dari bahan makanan serta bumbu tambahan. Volume minyak sayur juga berkurang setelah penggorengan dibandingkan dengan volume minyak saat awal penggorengan. Hal ini disebabkan oleh penyerapan minyak oleh makanan yang digoreng, yang menunjukkan pembentukan pori-pori akibat penguapan air dari permukaan makanan. Penggorengan suhu tinggi juga memperparah penguapan minyak nabati selama proses penggorengan. Efek gabungan penyerapan minyak oleh bahan makanan dan penguapan minyak selama proses penggorengan biasanya mengakibatkan kehilangan minyak sekitar 8–25%, tergantung pada jenis makanan, suhu penggorengan, jenis penggorengan, durasi penggorengan, dan media penggorengan. Dari proses penggorengan menghasilkan sekitar 75% hingga 92% minyak jelantah dari total minyak yang digunakan untuk menggoreng. Meskipun terdapat penyerapan minyak sekitar 64–73% selama

penggorengan bahkan 78,1–88,2% dari proses pengolahan makanan.

1. Pengumpulan Minyak Jelantah

Berdasarkan sumber penggunaannya, minyak jelantah dapat dikelompokkan menjadi minyak jelantah rumah tangga dan minyak jelantah komersial gerai katering seperti restoran, hotel, makanan cepat saji, dan institusi lain penghasil minyak jelantah (rumah sakit, sekolah, universitas, penjara, dan perusahaan dengan kantin). Masing-masing dapat menghasilkan dengan perbedaan yang signifikan pada karakteristik minyak jelantah yang dihasilkan. Minyak jelantah rumah tangga biasanya mengalami waktu penggorengan yang relatif singkat dan siklus yang lebih sedikit dibandingkan dengan yang berasal dari gerai katering. Namun demikian, minyak jelantah komersial memiliki kandungan asam lemak jenuh yang lebih tinggi, yang memberinya stabilitas yang lebih tinggi terhadap oksidasi dari waktu ke waktu dan sifat bahan bakar yang lebih baik dalam hal titik nyala dan angka setana.

Pengumpulan minyak jelantah merupakan langkah krusial dalam mencegah pencemaran lingkungan dan

mengubah limbah menjadi produk bernilai bahkan menjadi sumber energi terbarukan. Berikut penjelasan lengkap mengenai berbagai metode pengumpulan yang dilakukan, baik dari rumah tangga maupun usaha makanan seperti restoran, serta tantangan yang dihadapi dalam prosesnya. Beberapa metode pengumpulan telah dilakukan yang masing-masing memiliki cara kerja, kelebihan dan tantangan yang berbeda.

Proses pengumpulan secara terpusat merupakan pengumpulan oleh individu, rumah tangga atau pengusaha yang membawa minyak jelantah ke titik pengumpulan yang telah ditentukan, seperti: pusat pengumpulan kelurahan yaitu pasar tradisional, pusat daur ulang atau tempat pengumpulan khusus yang disediakan oleh pemerintah atau organisasi swadaya (LSM) seperti program Sedekah Jelantah. Adapun pelaksanaan pengumpulan rumah tangga atau pemilik usaha menampung minyak bekas dalam wadah tertutup (botol plastik, ember, atau wadah khusus), setelah terkumpul cukup banyak, minyak dibawa ke tempat pengumpulan. Dalam beberapa program, masyarakat diberi imbalan berupa minyak sayur murni (free oil) atau uang tunai, sebagai insentif. Namun pengumpulan ini ada juga yang tidak berbayar. Salah contohnya adalah sistem

pengumpulan Sedekah Jelantah, masyarakat, mengumpulkan minyak jelantah dari rumah tangga ke titik pengumpulan yang telah ditentukan. Minyak jelantah yang terkumpul kemudian disalurkan ke pihak pengepul dan diolah menjadi bahan bakar aneka produk bernilai tambah. Hasil dari penjualan minyak jelantah tersebut disalurkan kembali dalam bentuk dana untuk program sosial, seperti bantuan untuk yatim piatu dan fakir miskin, atau untuk mendukung program lingkungan.

Dengan meningkatnya kesadaran dan investasi tentang nilai tambah dalam daur ulang minyak jelantah maka terdapat metode pengumpulan yang efisien, aman, dan berkelanjutan yang dilakukan oleh lembaga pengumpul dan konverter minyak jelantah. Lembaga ini menyediakan perangkat pengumpulan *portabel* yang memudahkan pengumpulan minyak jelantah berbagai rumah tangga dan restoran, kemudian dipindahkan ke sistem pengumpulan terpusat, dan dikirim ke instalasi konversi. Sistem pengumpulan dan penyimpanan terpusat terdiri dari pipa untuk transportasi minyak jelantah, sistem pemompaan, panel kontrol untuk memantau sistem, kumparan pemanas untuk menjaga minyak jelantah tetap cair, indikator level untuk menunjukkan kapan tangki penuh, dan perangkat

38 | Konsep, Karakteristik, Pengelolaan, & Pemanfaatannya

sensor keamanan. Penerapan logistik terorganisir untuk pengumpulan minyak jelantah menyediakan rute yang aman, mudah, ramah lingkungan, dan berkelanjutan untuk pengumpulan, pembuangan, dan pengangkutan minyak jelantah. Namun data yang tersedia menunjukkan bahwa sistem pengumpulan minyak jelantah sebagian besar masih belum efektif. Hal ini disebabkan karena belum ada motivasi dan peraturan perundang-undangan yang memadai untuk mendorong rumah tangga dan restoran agar menyerahkan minyak yang dihasilkan untuk dikonversi. Bahkan beberapa oknum yang tidak bertanggung jawab telah ditemukan mengumpulkan, menyaring, dan mengemas ulang minyak jelantah untuk dijual kepada beberapa konsumen yang tidak menaruh curiga, terutama di masyarakat pedesaan dan miskin.

Secara umum pengumpulan minyak jelantah belum berkembang dengan baik. Belum banyak pengumpulan yang terorganisir yang berfokus pada pengumpulan dan mendaur ulang minyak jelantah ini. Biasanya, rumah tangga menyimpan minyak jelantah ke dalam wadah plastik transparan (misalnya, botol atau apa pun yang dimiliki di rumah untuk mengumpulkan minyak jelantah secara domestik) atau ke dikumpulkan dalam tempat khusus

untuk ditempatkan di beberapa pusat pengumpulan, dan kemudian diangkut dan dikumpulkan di tempat pengumpulan. Proses pengumpulan minyak jelantah dari rumah ke rumah belum terjadwal secara tetap, terkadang berlangsung setiap minggu, dua minggu sekali, setiap bulan, dua bulan sekali, atau berdasarkan permintaan, tergantung pada setiap kebijakan pengumpulan minyak jelantah. Akibatnya, minyak goreng bekas rumah tangga disimpan di rumah dalam kondisi yang tidak terkendali sehingga mendukung pertumbuhan dan degradasi mikroorganisme di dalam minyak jelantah. Selain itu, karena minyak goreng bekas rumah tangga berasal dari banyak pemasok mikro (keluarga), sertifikasi keberlanjutan sulit diperoleh. Kualitasnya juga sulit diprediksi karena minyak goreng bekas mudah terkontaminasi akibat kurangnya pengetahuan atau kurangnya perhatian penghuni. Hal ini, pada gilirannya, meningkatkan biaya pembersihan, yang sudah relatif tinggi. Perusahaan pengumpulan minyak berperan penting dalam mendorong pengumpulan minyak goreng bekas berkualitas. Sistem pengelolaan minyak komprehensif mereka, yang mencakup penyediaan dan pengiriman minyak goreng segar serta pembuangan dan daur ulang minyak goreng bekas, merupakan bagian

40 | Konsep, Karakteristik, Pengelolaan, & Pemanfaatannya

penting dari proses pengelolaan limbah. Hal ini penting agar minyak jelantah yang diperoleh berkualitas baik.

Beberapa negara memiliki pola kinerja pengumpulan minyak jelantah yang bervariasi. Beberapa negara di Eropa seperti Italia, belgia, Belanda telah berhasil mengumpulkan minyak jelantah dan sebagian berasal dari restoran, dan sepertiga dari minyak jelantah di daur-ulang terutama untuk menghasilkan biofuel. Sedangkan di negara Asia seperti Cina kurang dari 40% minyak jelantah diproses ulang secara legal. Pengumpulan minyak jelantah terutama dilakukan di restoran, sebagian besar dijual ke luar negeri untuk menghasilkan biodiesel. Minyak jelantah juga digunakan untuk memproduksi bahan bakar jet di Tiongkok. Sedangkan di Indonesia diperoleh data jumlah pengumpulan sampah rumah tangga diasumsikan antara 5% dan 10%. Kisaran pengumpulan sampah untuk restoran perkotaan saat ini adalah 20%–30%. Data mengenai konversi minyak menjadi biofuel sulit diperoleh. Perusahaan skala kecil hingga menengah memproduksi biofuel tetapi tidak sebagai bagian dari sistem biofuel nasional.

Strategi pengelolaan minyak jelantah meliputi pengumpulan, pengangkutan, dan konversi menjadi produk

ramah lingkungan perlu terus ditingkatkan. Hal ini meminimalkan timbulan limbah, mengurangi biaya pembuangan limbah, dan melindungi lingkungan dari dampak buruk pengelolaan minyak jelantah yang tidak tepat. Dari perspektif ekonomi sirkular, minyak jelantah merupakan bahan baku yang layak dan berkelanjutan untuk produk industri non-bahan bakar guna memulihkan sumber daya berharga dari limbah hayati dan memastikan pengelolaan limbah yang efektif. Demikian pula, prinsip-prinsip ekonomi sirkular (model ekonomi yang bertujuan untuk meminimalkan limbah dan memaksimalkan penggunaan sumber daya dengan melalui praktik seperti penggunaan kembali, perbaikan, daur ulang, dan regenerasi) dalam pengumpulan dan konversi minyak jelantah memastikan konversi yang berbiaya rendah, ramah lingkungan, dan tepat waktu menjadi produk yang bermanfaat, sehingga meminimalkan jumlah limbah yang harus dibuang.

2. Penyimpanan yang Aman dan Pencegahan Kontaminasi

Penyimpanan minyak jelantah yang tepat selama pengumpulan diperlukan sebelum terjadi reaksi kimia.

Karena minyak jelantah tidak stabil dan rentan terhadap degradasi spontan akibat faktor fisik dan biologis, dan kondisi penyimpanannya. Seperti yang diamati pada minyak zaitun extra virgin, sifat fisik dan kimia minyak sangat dipengaruhi oleh lama penyimpanan dan jenis wadah. Penyebab utama kerusakan adalah reaksi hidrolisis dan oksidasi, yang antara lain menyebabkan peningkatan keasaman. Keasaman meningkat tajam dalam tiga bulan pertama, terutama ketika minyak jelantah disimpan dalam wadah plastik, yang mempercepat kerusakan minyak oleh cahaya dan oksigen. Perilaku yang sama diamati pada minyak jelantah yang disimpan dalam kondisi gelap dan pada suhu rendah dan konstan untuk menghindari kerusakan. Terdapat penelitian yang melaporkan sampel yang disimpan selama beberapa tahun di lemari pendingin pada suhu 4 °C, juga terjadi sedikit peningkatan pada senyawa trigliserida terpolimerisasi, mono- dan digliserida, serta asam lemak bebas yang disebabkan oleh reaksi hidrolisis dan oksidasi. Degradasi spontan diamati pada sampel yang disimpan pada suhu ruangan, meskipun terlindung dari cahaya. Hasil reaksi transesterifikasi juga dipengaruhi oleh kondisi penyimpanan yang mempengaruhi sifat minyak jelantah. Sebuah hasil

penelitian melaporkan, minyak jelantah hasil dari minyak sawit yang telah digunakan setidaknya lima kali penggorengan singkong dan roti, kemudian disimpan pada suhu ruangan dan dalam wadah terbuka selama 90 hari. Berdasarkan pengujian absorbansi dengan spektrofotometer UV-VIS menunjukkan sampel memiliki warna semakin gelap dan meningkatnya waktu penyimpanan. Terlihat juga kandungan asam lemak bebas meningkat dari 0,2% awal menjadi lebih dari 5% setelah 90 hari. Waktu penyimpanan yang berbeda, maka konversi menurun drastis seiring bertambahnya waktu penyimpanan minyak jelantah.

3. Pra-Perlakuan Sebelum Konversi Minyak Jelantah

Beberapa produk hasil yang diproduksi dari minyak jelantah merupakan alternatif yang menarik yang bernilai dan merupakan metode ramah lingkungan untuk pembuangan minyak dari gerai katering, industri makanan, dan konsumsi rumah tangga. Namun demikian, minyak jelantah yang terdegradasi tidak dapat dikonversi langsung menjadi menjadi beberapa produk melalui transesterifikasi alkali. Oleh karena itu, ketika minyak jelantah ditujukan untuk produksi bahan bernilai dan ramah lingkungan

melalui transesterifikasi alkali, standar khusus terkait keasaman, kadar air, bilangan iodin, dan parameter lainnya harus dipenuhi. Perlakuan pendahuluan umumnya bertujuan untuk menghilangkan padatan tersuspensi, air, dan asam lemak bebas dari minyak, tetapi tidak cukup untuk minyak setelah periode penyimpanan yang lama. Residu makanan, wadah yang tidak kedap udara, serta cahaya dan suhu lingkungan yang tinggi mendukung reaksi dekomposisi minyak selama penyimpanan; produk polimerisasi dan oksidasi lebih lanjut dapat terbentuk. Selain itu, perlakuan pendahuluan minyak jelantah melibatkan biaya tambahan tanpa menjamin hasil produk yang sebanding dengan minyak murni. Terakhir, biaya pengumpulan juga bisa tinggi. Misalnya, metode pengumpulan dari pintu ke pintu didasarkan pada banyak titik pengumpulan dengan produksi minyak jelantah yang rendah.

Kualitas minyak jelantah sangat penting untuk menghasilkan produk konversi yang dapat diterima. Minyak jelantah sebagian besar heterogen dan mengandung berbagai macam pengotor yang membatasi aplikasinya. Oleh karena itu, pra-perlakuan yang memadai diperlukan sebelum reaksi. Perlakuan pendahuluan utama meliputi

filtrasi, de-asidifikasi atau netralisasi, penghilangan air, dan penghilangan warna. Penghilangan gum dan penghilangan bau umumnya tidak diperlukan untuk konversi menjadi biodiesel. Penghilangan gum biasanya dilakukan sebelum memperoleh minyak nabati "segar" untuk menghilangkan fosfolipid yang ada. Mengenai bau khas minyak setelah digoreng, penghilangan gum tidak diperlukan untuk produksi biodiesel.

a. Filtrasi

Proses filtrasi dilakukan secara bertingkat. Perlakuan awal pertama biasanya melibatkan penghilangan partikel makanan padat (chuckles) dan pengotor yang bersifat tidak larut dari minyak jelantah. Biasanya penyaringan kasar awal dilakukan menggunakan saringan baja dan kain tahan karat dengan ukuran diameter saringan 150–200 μm . Kemudian, minyak dipanaskan pada suhu 60–65 $^{\circ}\text{C}$ untuk melarutkan fraksi lipid padat, melepaskan material yang terperangkap, menurunkan viskositas, dan selanjutnya dilakukan pengangkutan dan pengaliran melalui pipa. Setelah itu, penyaringan halus dengan kasa baja tahan karat diameter lubang saringan 70–100 μm . Tahapan berikutnya dilakukan penyimpanan pada suhu 60 $^{\circ}\text{C}$ menyebabkan destabilisasi emulsi, pemisahan air dan minyak, dan penghilangan

padatan lebih lanjut setelah dekantasi. Tahap akhir lapisan berminyak difiltrasi menggunakan saringan lebih halus dengan ukuran diameter kasa 5 μm .

b. De-asidifikasi

Adanya asam lemak bebas (FFA) dalam minyak yang mengalami transesterifikasi alkali akan menyebabkan pembentukan sabun dan air, dikatalisis oleh katalis yang sama dengan reaksi yang diinginkan. Adanya air akan menghasilkan FFA lebih lanjut melalui hidrolisis asilgliserol yang ada dalam minyak. Akibatnya, hasil biodiesel akan berkurang, dan pemisahan produk akan lebih sulit. Pengurangan asam lemak bebas memiliki pengaruh ekonomi besar di antara semua pretreatment minyak jelantah karena biaya proses yang tinggi, penggunaan energi, serta kerugian lain karena adanya limbah, dan konsumsi air. Jika minyak memiliki kandungan FFA yang tinggi (biasanya di atas 1%, bahkan di atas 2,5%,) diperlukan upaya untuk menurunkan kadar air sebelum transesterifikasi dengan berbagai proses kimia atau fisik. Metode kimia meliputi netralisasi basa, esterifikasi kimia atau enzimatis, netralisasi dengan resin penukar ion, dan biotreatment. Sebaliknya, metode fisik meliputi distilasi uap asam lemak, adsorpsi, pemisahan dengan

membran, dan ekstraksi dengan pelarut atau cairan superkritis. Pra-perlakuan de-asidifikasi secara efektif mengurangi/menurunkan kandungan FFA, tetapi juga dapat merusak peralatan logam. Untuk mengatasi hal tersebut tangki harus dilapisi dengan tangki teflon, plastik, atau paduan super. Selain itu, metanol tambahan diperlukan dalam pra-perlakuan asam. Saat minyak jelantah mengandung 3–15% FFA, solusi lain adalah penghilangan FFA dari minyak dengan destilasi vakum. Kemudian, minyak dapat diubah menjadi biodiesel, dan FFA dapat digunakan secara terpisah sebagai pakan ternak atau diesterifikasi.

c. Penghilangan Air

Air dalam minyak dapat menghidrolisis asilgliserol dan membentuk asam lemak bebas. Selain itu, air mendukung degradasi minyak oleh mikroba dan enzim selama penyimpanan dan pemrosesan. Oleh karena itu, kadar air dalam minyak jelantah harus lebih rendah dari 0,05 wt% (500 ppm). Proses penghilangan air dapat dilakukan melalui proses adsorpsi fisik atau kimia, pemisahan membran, distilasi, dan ekstraksi pelarut. Silika gel (28–200 mesh) sering digunakan untuk menghilangkan sebagian air bersama dengan asam lemak bebas dan kontaminan lainnya yang disertai proses pengadukan dan

48 | Konsep, Karakteristik, Pengelolaan, & Pemanfaatannya

filtrasi vakum. Penurunan air di minyak jelantah dapat dilakukan dengan adsorpsi berbasis bentonit 90% melalui pengadukan dengan kecepatan 50 rpm setelah 5 jam. Didehidrasi dengan natrium sulfat anhidrat, atau magnesium sulfat, kemudian disaring dalam vakum juga mampu menghilangkan sebagian air. Yang paling mudah digunakan adalah arang aktif diperoleh dari sabut kelapa, serbuk gergaji, dan berbagai limbah lainnya, merupakan adsorben efektif lain yang digunakan untuk menghilangkan air, pigmen, dan kontaminan lain dari minyak jelantah. Pemanasan awal sering dilakukan untuk mengendapkan air dengan penguapan pada suhu hingga 150 °C dan tekanan rendah hingga 20 mbar. Ultrafiltrasi dan mikrofiltrasi merupakan metode lain untuk memisahkan air dari minyak, tetapi penerapannya pada skala industri terbatas karena fluks permeasi yang rendah dan biaya perawatan membran yang mahal. Terakhir, sentrifugasi merupakan metode potensial untuk memisahkan air dari minyak.

d. Dekolorisasi

Dekolorisasi adalah proses penghilangan warna dari minyak dengan menggunakan tanah pemutih (lempung seperti bentonit) atau arang aktif pada suhu 60–100°C, lalu minyak dipisahkan dari agen penyerap melalui

penyaringan. Tanaman dan arang aktif adalah agen dekolonisasi yang murah dan efektif. Dengan arang aktif dapat mengubah warna minyak dari kuning kecoklatan menjadi kuning keemasan. Tahapan ini dapat diintegrasikan ke dalam tahap pemurnian biodiesel sebagai langkah pra-perlakuan jika proses pemurnian biodiesel mencakup tahap penghilangan warna.

BAB 5

PELUANG PEMANFAATAN MINYAK JELANTAH

Pemanfaatan minyak jelantah melalui melalui berbagai teknologi menawarkan peluang besar, termasuk produksi *biofuel*, bio-pelumas, dan produk bernilai lainnya, disisi lain juga mengurangi dampak lingkungan negatif seperti pencemaran dan biaya pembuangan limbah. Pendekatan ini mendukung prinsip ekonomi sirkular dengan mengubah limbah menjadi sumber daya, mengamankan pasokan energi, dan berkontribusi pada pencapaian tujuan Pembangunan Berkelanjutan PBB (SDGs), khususnya terkait energi bersih, pengurangan polusi, dan keberlanjutan komunitas. Termasuk di dalamnya air bersih dan sanitasi, energi bersih dan terjangkau, pencegahan pencemaran habitat akuatik dan terestrial, aksi iklim, serta kota dan komunitas yang berkelanjutan. Minyak jelantah dapat diolah menjadi bahan baku untuk produksi energi terbarukan seperti *biofuel* dan biopelumas, yang lebih ramah lingkungan dibandingkan produk berbasis fosil. Selain *biofuel*, minyak jelantah juga dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan produk lain yang

bernilai ekonomi, membuka berbagai jalur pemanfaatan baru.

Penerapan industri minyak jelantah mengalami tantangan dan hambatan karena masalah pengumpulan, pemulihan, rendahnya rendemen, efisiensi konversi, dan inkonsistensi kualitas/produktivitas. Tantangan-tantangan ini terus menarik perhatian pemerintah, industri swasta, peneliti dan masyarakat untuk memperluas cakupan pemanfaatan sumber daya ini. Beberapa intervensi seperti pembentukan platform untuk pengumpulan minyak jelantah, pra-perlakuan minyak jelantah, dan optimalisasi parameter konversi telah diterapkan dengan menunjukkan hasil positif dan meningkatkan potensi pemanfaatan sumber daya ini. Berikut adalah pemanfaatan minyak jelantah menjadi berbagai jenis yang bernilai tinggi.

1. Minyak Jelantah Sebagai Bahan Baku Biofuel

Minyak jelantah adalah bahan baku yang sangat potensial untuk produksi *biofuel*. *Biofuel* adalah bahan bakar yang berasal dari biomassa, yaitu materi organik dari tumbuhan dan hewan, serta dapat digunakan sebagai alternatif terbarukan untuk bahan bakar fosil. Keuntungan memanfaatkan minyak jelantah sebagai bahan baku biofuel

Adalah karena mudah didapat dari limbah rumah tangga, restoran, dan industri makanan, menjadikannya sumber daya yang melimpah. Pemanfaatan minyak jelantah membantu mengurangi limbah dan pencemaran, serta mengurangi ketergantungan pada minyak bumi. Konversi minyak jelantah menjadi *biofuel* dapat dilakukan melalui berbagai metode kimia dan biologis, masing-masing dengan keunggulannya sendiri. Proses utamanya adalah trans-esterifikasi yang mengubah trigliserida dalam minyak menjadi metil ester asam lemak. Berbagai penelitian telah dilakukan untuk meningkatkan efisiensi trans-esterifikasi, termasuk eksplorasi katalis baru yang memiliki rendemen tinggi, mudah dipulihkan, dan dapat digunakan kembali. Selain trans-esterifikasi konvensional, teknologi alternatif lain seperti kavitas ultrasonik, elektrolisis, dan hidro-esterifikasi juga digunakan untuk menghasilkan biodiesel berkualitas tinggi dengan kondisi operasi yang lebih moderat.

Minyak jelantah juga dapat diubah menjadi *bio-oils* melalui proses pirolisis. Minyak jelantah dipanaskan pada suhu tinggi tanpa oksigen untuk memecah molekulnya menjadi bio-minyak, yang dapat digunakan sebagai bahan bakar atau diolah lebih lanjut. Dari beberapa penelitian

melaporkan *bio-oils* yang dihasilkan dari pirolisis minyak jelantah terbukti memenuhi standar internasional dan menunjukkan kinerja yang baik pada mesin diesel. Akhir-akhir ini juga telah diterapkan pemanfaatan minyak jelantah untuk biogas dengan memanfaatkan proses *anaerobic digestion* (AD) *for biogas production* yaitu proses biologis tanpa oksigen yang melibatkan mikroorganisme untuk memecah bahan organik (seperti limbah pertanian, kotoran hewan, atau sampah makanan) menjadi biogas dan digestat (produk sisa kaya nutrisi dari proses anaerobik. Biogas merupakan campuran gas yang kaya akan metana dan dapat digunakan sebagai sumber energi terbarukan untuk panas, listrik, atau sebagai bahan bakar kendaraan. Penambahan minyak jelantah ke dalam bubur organik (seperti bubur kotoran hewan atau lumpur limbah) meningkatkan kandungan metana dan hasil produksi biogas secara keseluruhan, menjadikan proses ini lebih ekonomis. Untuk meningkatkan produksi biofuel, berbagai teknik matematika dan statistik telah digunakan untuk mengoptimalkan berbagai parameter produksi. Metode-metode ini terbukti dapat menghemat waktu, mengurangi pemborosan material, dan memastikan hasil maksimal dengan konsumsi energi yang lebih rendah.

2. Minyak Jelantah sebagai Bahan Baku Bio-pelumas

Bio-pelumas adalah bahan yang dapat menurunkan gaya gesek dan aus yang berasal dari nabati/hewani. Bio-pelumas bertindak sebagai *anti-friction agent* yang dapat memberikan volatilitas (penguapan) yang lebih rendah, viskositas yang lebih baik, stabilitas termal yang baik, keberlanjutan, dan serta ramah lingkungan jika dibandingkan dengan pelumas berbasis minyak bumi. Dengan memanfaatkan sebagai bio-pelumas yang memiliki biodegradabilitas, dan volatilitasnya yang rendah, minyak jelantah dapat digunakan sebagai bahan dasar berbiaya rendah untuk produksi pelumas. Berbagai modifikasi kimia dilakukan. Minyak jelantah dimodifikasi secara kimia, untuk mengkonversi minyak jelantah menjadi biopelumas meliputi beberapa metode kimia seperti hidrolisis, esterifikasi, transesterifikasi, hidrogenasi, dan epoksidasi. Beberapa proses ini dapat dikombinasikan dan dikatalisis untuk meningkatkan efektivitas proses. Proses transesterifikasi adalah cara paling efektif dalam mengubah minyak jelantah menjadi dioleoil etilen glikol ester, trimetil propana triester, oktil ester asam lemak, isoamil ester asam lemak dan jenis bio-pelumas lainnya. Beberapa penelitian

menggabungkan berbagai proses untuk mencapai kinerja yang lebih baik melalui proses proses terintegrasi yaitu kombinasi hidrolisis, dehidrasi, alkilasi *Friedel-Crafts*, dan *hydrotreatment*. Metode ini dirancang khusus untuk mengatasi masalah umum seperti kelarutan aditif yang buruk, stabilitas oksidasi yang rendah, dan indeks viskositas yang rendah pada produk transesterifikasi. Penelitian terus berfokus pada peningkatan sifat-sifat kritis bio-pelumas dari minyak jelantah , seperti *pour point, kinematic viscosity and viscosity index*. Melalui berbagai modifikasi dan kombinasi proses kimia, bio-pelumas yang dihasilkan dapat memenuhi standar industri dan berfungsi sebagai alternatif yang unggul dan berkelanjutan.

3. Minyak Jelantah sebagai Bahan Baku *Plasticizer*

Minyak jelantah juga telah digunakan secara efektif untuk produksi *plasticizer* dan digunakan sebagai aditif dalam industri plastik, pengemasan makanan, dan pembuatan mainan. Meningkatnya permintaan *plasticizer* dalam dekade terakhir dan dampak negatif *plasticizer* berbasis minyak bumi sehingga diperlukan upaya penggantian bahan layak menjadi tak terelakkan.

Penggunaan *plasticizer* jenis *dioctyl phthalate* menimbulkan risiko toksisitas yang cukup besar bagi anak-anak dan ibu hamil apabila dikonsumsi. Hal ini mengharuskan beberapa negara untuk melarang penggunaannya dalam pengemasan makanan dan produksi mainan dan sehingga diperlukan pengalihan penggunaan ke *plasticizer* berbasis bio yang tidak beracun dan ramah lingkungan . Penggunaan minyak sawit murni sebagai bahan baku untuk *plasticizer* berbasis bio akan menyebabkan peningkatan tajam dan persaingan harga karena penggunaannya minyak sawit untuk pangan. Hal ini telah mengalihkan perhatian ke biomassa yang murah, terbarukan, dan limbah untuk produksi *plasticizer* yang terjangkau dan ramah lingkungan. Beberapa peneliti melaporkan penggunaan *plasticizer* berbasis bio menunjukkan peningkatan karakteristik mekanik, stabilitas termal, fleksibilitas, stabilitas oksidasi yang lebih tinggi, serta peningkatan kinerja suhu rendah jika dibandingkan dengan *plasticizer* konvensional. Peneliti juga melaporkan *plasticizer* dari minyak jelantah lebih aman, tidak beracun dan menunjukkan sifat mekanik dan termal keseluruhan yang lebih baik daripada *plasticizer* berbasis minyak bumi. Penggunaan *plasticizer* berbasis minyak jelantah dianggap sebagai cara yang lebih bersih, lebih aman, dan hemat biaya

untuk industri plastik. Namun diperlukan lebih banyak penelitian untuk meningkatkan metode yang lebih baru dan lebih ramah lingkungan untuk konversi minyak jelantah menjadi *plasticizer* berbasis bio.

4. Minyak jelantah sebagai Bahan Baku Surfaktan dan Deterjen

Minyak jelantah dapat digunakan sebagai bahan baku untuk memproduksi surfaktan terbarukan, yang berfungsi sebagai pengganti ramah lingkungan untuk surfaktan berbasis minyak bumi. Surfaktan berfungsi untuk mengurangi tegangan permukaan antar fase, menjadikannya komponen penting dalam deterjen dan produk pembersih lainnya. Metil Ester Sulfonat (MES) adalah salah satu jenis surfaktan terbarukan yang paling menjanjikan yang dapat dibuat dari minyak jelantah. Proses produksinya melibatkan beberapa langkah: pra-perlakuan melalui pemurnian minyak jelantah dimurnikan terlebih dahulu untuk menghilangkan kotoran, transesterifikasi untuk merubah minyak jelantah menjadi metil ester, dan sulfonasi yaitu Metil ester dikonversi menjadi methyl ester sulfonat (MES) menggunakan natrium bisulfit (NaHSO_3) sebagai agen sulfonasi. Hasilnya, produk ini menunjukkan

58 | Konsep, Karakteristik, Pengelolaan, & Pemanfaatannya

aktivitas permukaan yang luar biasa dan dapat digunakan sebagai bahan utama dalam bio-deterjen. Studi menunjukkan bahwa bio-deterjen berbasis MES dari minyak jelantah memiliki kinerja yang lebih baik dibandingkan produk sejenis dari bahan baku berbasis minyak bumi. Selain menjadi bahan dasar deterjen, surfaktan yang disintesis dari minyak jelantah memiliki beragam aplikasi industri dan keunggulan yaitu Surfaktan Gemini kationik yang dibuat dari minyak jelantah terbukti sangat efektif sebagai inhibitor korosi. Sebuah studi melaporkan efisiensi penghambatan hingga 97,86% dengan biaya produksi yang lebih rendah. Meskipun menunjukkan hasil yang menjanjikan, konversi minyak jelantah menjadi biosurfaktan masih merupakan bidang penelitian yang sedang berkembang sehingga lebih ramah lingkungan serta memperluas cakupan aplikasi industri dari biosurfaktan yang berasal dari minyak jelantah.

5. Minyak Jelantah sebagai Bahan Baku Produk Rumah Tangga

Minyak jelantah telah digunakan untuk produksi deterjen, sabun cuci piring, dan lilin aromaterapi. Minyak jelantah dapat diubah menjadi sabun atau deterjen,

menjadikannya salah satu cara paling sederhana dan praktis untuk memanfaatkan limbah ini. Sabun dan deterjen dari minyak jelantah dapat digunakan untuk berbagai keperluan, seperti mencuci piring, membersihkan rumah, atau mencuci kendaraan.

Dari penelitian yang telah dilakukan melaporkan bahwa minyak jelantah yang dikonversi surfaktan metil ester sulfonat dan dilakukan proses transesterifikasi untuk menghasilkan deterjen cair. menunjukkan stabilitas, pembentukan busa, dan kapasitas penghilangan noda yang tinggi. Peneliti lain juga melaporkan telah memproduksi berbagai jenis sabun dan deterjen dari minyak nabati jelantah yang telah diberi perlakuan pendahuluan sebelumnya yang dikumpulkan dari berbagai sumber.

BAB 6

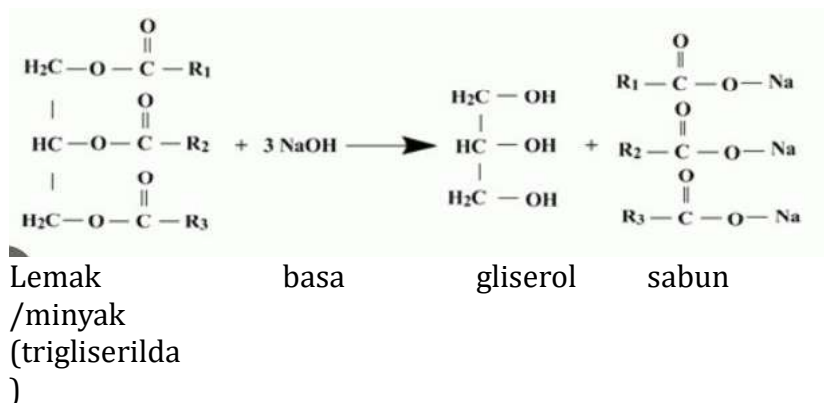
PEMANFAATAN MINYAK JELANTAH UNTUK SABUN

1. Sabun

Sabun merupakan kebutuhan pokok yang berfungsi untuk membersihkan kotoran pada tubuh. Selain sebagai pembersih, sabun juga membantu mengobati penyakit kulit yang disebabkan oleh bakteri dan jamur. Secara kimiawi, sabun memiliki rantai karbon dengan panjang antara C12 hingga C16. Cara kerja sabun adalah dengan memutuskan ikatan antara lemak dan kotoran di permukaan kulit melalui molekul sabun, sehingga kuman dan bakteri yang menempel dapat terbasmi dan hilang dari kulit.

Pembuatan sabun dilakukan berdasarkan prinsip reaksi saponifikasi. Saponifikasi adalah proses hidrolisis yang dilakukan oleh natrium atau kalium hidroksida (NaOH dan KOH) yang menghasilkan garam natrium atau kalium dari asam lemak dalam kondisi basa. Prinsip saponifikasi adalah pemecahan lemak netral/ trigliserida dan asam lemak melalui pengolahan lemak dengan alkali). Reaksi ini menghasilkan garam alkali dari asam lemak dan gliserol. Dalam bentuk garam, yang merupakan bahan utama sabun, bergantung pada alkali yang digunakan untuk reaksi

tersebut. Jika hidrolisis dilakukan menggunakan NaOH, sabun akan berbentuk padat. Di sisi lain, penggunaan KOH akan menghasilkan bentuk pasta kental yang dapat diubah menjadi sabun cair atau sabun lunak. Di Indonesia, sabun yang tersedia secara komersial harus mematuhi standar yang tercantum dalam Standar Nasional Indonesia (SNI), yaitu SNI 3532:2021 untuk sabun mandi padat, SNI 3532:2016 untuk sabun mandi antiseptik padat, SNI 4768:2018 untuk sabun mandi bayi padat, SNI 4085:2017 untuk sabun mandi cair, SNI 2048:2020 untuk sabun cuci piring padat, dan SNI 2588:2017 untuk sabun cuci tangan cair [36]. Selanjutnya, kita akan fokus pada produksi sabun padat.



Gambar 5.1. Reaksi saponifikasi pada pembuatan sabun

Pembuatan sabun dari minyak dan lemak alami telah dikenal sejak zaman dahulu/kuno, dan telah dipelajari hingga sifat-sifat sabun yang dihasilkan sehingga dan disempurnakan dengan memodifikasi komposisi minyak dan/atau lemak penyusunnya. Karakteristik yang diamati mulai dari warna, tekstur, dan bau sabun, sifat-sifat sabun sampai asam lemak yang terkandung dalam campuran minyak dan lemak yang digunakan dalam pembuatan sabun. Sifat -sifat sabun yang dapat diamati Adalah pH, kadar air, viskositas, kestabilan busa dan lain sebagainya. Bahkan efek penambahan bahan tambahan seperti parfum dan pewarna, juga diamati pengaruhnya.

2. Sabun Minyak Jelantah

Dibandingkan dengan pembuatan sabun minyak nabati pembuatan sabun dari minyak jelantah termasuk masih baru dilakukan. Proses pembuatan sabun dari minyak jelantah berlangsung dalam dua tahap: perlakuan pendahuluan dan saponifikasi. Pembuatan sabun dari minyak jelantah diawali dengan perlakuan pendahuluan untuk memurnikan minyak yang telah dipakai melalui proses filtrasi, netralisasi, dan/atau adsorpsi. Perlakuan pendahuluan dapat membantu meningkatkan kualitas

minyak jelantah yang digunakan sebagai bahan baku, dan memperbaiki kualitas sabun minyak jelantah yang dihasilkan. Terkait proses pra pendahuluan dapat dilihat pada Bab sebelumnya..Filtrasi sederhana untuk menghilangkan padatan bisa menjadi proses pretreatment yang cukup baik untuk minyak jelantah dan menghasilkan mengandung produk sampingan. Minyak jelantah yang telah mengalami serangkaian perlakuan filtrasi, netralisasi dengan NaOH, dan pemutihan menggunakan karbon aktif dapat digunakan untuk menghasilkan sabun yang mematuhi Standar Nasional Indonesia untuk sabun mandi padat.

Tahap selanjutnya adalah proses saponifikasi yaitu proses pencampuran minyak dengan larutan basa NaOH. Larutan NaOH dituangkan ke dalam minyak jelantah, Pada saat pencampuran keduanya terjadi reaksi kimia yaitu perubahan asam lemak menjadi garam alkali. Pada proses ini dilakukan pengadukan hingga mencapai kekentalan yang konsisten. Kualitas sabun ditentukan dari sejak penyiapan formulasi sabun, karena formulasi ini dapat memengaruhi struktur sabun yang dihasilkan. Persentase NaOH dan air juga dapat mempengaruhi proses saponifikasi. Selama proses saponifikasi, dapat dilakukan penambahan beberapa

tetes minyak atsiri wangi hingga diperoleh campuran kental. Campuran tersebut ditempatkan dalam cetakan dan dibiarkan mengeras. Beberapa proses pembuatan sabun lainnya dapat menambahkan bahan seperti gliserol atau pewarna baik sintetis ataupun alami.

Tahapan selanjutnya yang penting dalam pengolahan sabun adalah proses *curing*. *Curing* sabun minyak jelantah adalah proses pematangan dan pengeringan sabun setelah proses saponifikasi, yang berlangsung 4-6 minggu, tujuannya untuk menguapkan air, memadatkan sabun, dan menetralkan kelebihan alkali sehingga sabun menjadi lembut, tahan lama, dan aman digunakan. Selama proses ini, sabun diletakkan di tempat kering, sejuk, dan memiliki sirkulasi udara yang baik. Pada saat dibuat, sabun masih mengandung banyak air. Proses *curing* menghilangkan kelebihan air ini, sehingga sabun menjadi lebih padat dan tidak mudah lembek saat terkena air. Ini membuatnya lebih awet dan tidak cepat habis. Meskipun reaksi saponifikasi secara kimia sudah selesai, masih ada kemungkinan sisa-sisa alkali bebas dalam jumlah kecil yang dapat membuat sabun terlalu basa dan mengiritasi kulit. Selama proses *curing*, sabun bereaksi dengan karbon dioksida di udara, yang membantu menetralkan sisa alkali ini dan

menurunkan pH sabun ke tingkat yang aman untuk kulit (biasanya antara pH 9-10). Sabun yang telah melewati proses *curing* akan menghasilkan busa yang lebih kaya, lebih banyak, dan lebih stabil. Hal ini terjadi karena struktur molekul sabun menjadi lebih teratur dan padat. Jika saat pembuatan menambahkan minyak esensial atau pewangi, proses *curing* membantu aroma tersebut "terkunci" di dalam sabun.

Sabun yang telah selesai masa *curing*, lalu dapat diamati sifatnya melalui analisis terhadap beberapa parameter kimia yaitu nilai pH, asam lemak bebas, alkali bebas dan kadar klorida yang kemudian dibandingkan dengan standar baku mutu sabun berdasarkan SNI 3532:2016. Derajat keasaman atau pH merupakan salah satu parameter uji yang sangat penting untuk menentukan karakteristik sabun. pH sabun yang aman untuk kulit berada pada rentang 7- 10. Nilai pH sabun harus disesuaikan dengan standar SNI karena nilai pH sabun yang terlalu tinggi atau terlalu rendah dapat mengakibatkan iritasi pada kulit. Kadar alkali bebas dalam sabun dipengaruhi oleh jumlah basa yang digunakan dalam membuat sabun. Jumlah alkali bebas maksimal 0,1%, untuk menghindari iritasi pada kulit Sabun minyak jelantah

66 | Konsep, Karakteristik, Pengelolaan, & Pemanfaatannya

dengan kadar alkali bebas semakin kecil akan memiliki kualitas semakin baik dan semakin aman untuk kulit karena tidak menyebabkan iritasi. Jumlah Asam Lemak di sabun minimal 71%, menunjukkan kandungan bahan aktif sabun yang cukup. Sedangkan kandungan kadar air pada minyak jelantah yakni maksimal 15%, menjaga agar sabun tidak terlalu lembab. Pengujian kualitas diatas penting dilakukan untuk memastikan sabun memenuhi standar yang ditetapkan. Minyak jelantah bisa digunakan sebagai bahan baku sabun padat asalkan diproses dengan benar. Meskipun minyak jelantah memiliki karakteristik khusus seperti warna gelap dan bau tengik, pembuatannya bisa menghasilkan sabun berkualitas baik jika prosesnya sesuai.

Sebagai tambahan, pengujian parameter kimia tersebut juga berperan penting dalam menjamin keamanan, stabilitas, dan daya simpan sabun yang dihasilkan. Sabun yang memenuhi standar SNI 3532:2016 tidak hanya aman digunakan, tetapi juga memiliki mutu yang konsisten dan dapat diterima oleh konsumen. Proses pemurnian minyak jelantah, seperti penyaringan dan netralisasi, sangat berpengaruh terhadap hasil akhir sabun, terutama dalam menurunkan bau tengik, warna gelap, serta kandungan zat pengotor. Dengan pengolahan yang tepat dan pengujian

mutu yang menyeluruh, pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan baku sabun padat tidak hanya memberikan nilai tambah secara ekonomi, tetapi juga mendukung upaya pengelolaan limbah dan pelestarian lingkungan melalui pengurangan pencemaran minyak bekas.



Gambar 6.1. Sabun padat dari minyak jelantah

BAB 7

PEMANFAATAN MINYAK JELANTAH UNTUK LILIN AROMATERAPI

Lilin merupakan bahan yang banyak digunakan oleh masyarakat secara luas digunakan sebagai sumber pemanas dan penerangan. Bahan baku pertama untuk pembuatan lilin berasal dari hewan (lilin lebah dan lemak) dan tumbuhan (minyak zaitun dan minyak jarak). Parafin juga digunakan sebagai bahan baku pembuatan lilin dari sumber minyak bumi. Parafin adalah campuran hidrokarbon padat sebagai produk sampingan dari proses penyulingan minyak. Namun, parafin berbahan dasar lilin dilaporkan menghasilkan zat volatil berbahaya saat terbakar seperti benzena dan toluena. Benzena telah ditemukan terkait dengan kanker darah dan leukemia, sementara toluene dikaitkan dengan kegagalan hati, ginjal, dan sistem saraf. Orang-orang biasanya membakar lilin di dalam ruangan, yang menyebabkan orang menghirup gas sisa pembakaran dalam jangka waktu yang lebih lama.

Saat ini, lilin tidak hanya digunakan untuk fungsi tersebut. Inovasi lilin muncul dengan penambahan aroma dari minyak esensial, yang umumnya dikenal sebagai lilin

aromaterapi. Aroma tersebut memiliki efek relaksasi, meredakan stres, dan mengatasi insomnia. Lilin aromaterapi adalah lilin yang mengeluarkan aroma yang membuat orang yang menciumnya merasa lebih rileks. Lilin aromaterapi dibeli bukan hanya karena wanginya, tetapi juga karena bentuknya yang cantik dan dapat menghiasi ruangan. Hal ini meningkatkan urgensi untuk mengubah bahan lilin agar lebih aman bagi manusia dan lingkungan. Saat ini, lilin aromatik diproduksi dalam skala industri dari sumber minyak bumi seperti homologi parafin dan benzena untuk menciptakan aroma yang berpotensi berbahaya bagi kesehatan manusia. Oleh karena itu, penting untuk memproduksi lilin aroma dari sumber alami seperti lilin kedelai, lilin lebah, dan minyak esensial alami agar memberikan manfaat yang paling praktis bagi pengguna.. Lilin alami seperti asam lemak dan stearin dapat menggantikan bahan berbahaya, yang juga memiliki sifat sebagai bahan pengubah fase seperti lilin paraffin Lilin aroma mengandung zat aditif yang diambil dari berbagai sumber seperti minyak esensial, herba, rempah-rempah, jeruk, beri, dan sebagainya.

Minyak jelantah tidak hanya berguna untuk bahan bakar atau sabun, tetapi juga bisa diolah menjadi produk

bernilai tambah seperti lilin aromatik. Prosesnya sederhana, ekonomis, dan ramah lingkungan karena memanfaatkan kembali limbah. Lilin aromatik dari minyak jelantah adalah lilin yang terbuat dari bahan dasar lemak nabati yang telah terpakai/minyak jelantah yang telah dimodifikasi, kemudian diberi tambahan pewangi (minyak esensial atau *fragrance oil*) untuk menghasilkan aroma. Keunggulan utama lilin dari minyak jelantah adalah ramah lingkungan, ekonomis dan tidak beracun. Penggunaan minyak jelantah dapat mengurangi limbah minyak jelantah dan emisi karbon dibandingkan lilin parafin yang berbahan dasar minyak bumi. Penggunaan minyak jelantah sebagai bahan baku yang sangat murah dan mudah didapat dan bersifat tidak beracun karena tidak menghasilkan asap hitam atau senyawa beracun saat dibakar, menjadikannya pilihan yang lebih sehat.

Selain minyak jelantah sebagai bahan baku utama, untuk membuat lilin aromatik minyak jelantah, memerlukan stearin (asam stearat), minyak esensial, sumbu lilin (*wick*) dan pewarna. Asam stearat merupakan bahan penting untuk mengeraskan lilin, jika tanpa stearin, lilin dari minyak jelantah akan terlalu lunak dan mudah meleleh. Stearin juga membantu membuat lilin lebih stabil

dan memiliki daya bakar yang lebih baik. Minyak essensial atau minyak aromatik dapat memberikan aroma pada lilin, untuk itu perlu menggunakan minyak essensial dengan aroma yang kuat dan tahan panas. Minyak essensial bisa juga diperoleh secara alami seperti kulit jeruk, lavender, atau sereh, yang memberikan aroma khas pada lilin. Sumbu lilin (*wick*) merupakan bagian yang terbakar untuk menyalakan lilin. Jika ingin mempercantik tampilan lilin agar menarik maka perlu penggunaan warna-warna beraneka ragam khusus pewarna lilin.

Proses Pembuatan lilin aromatik dari minyak jelantah cukup mudah dan bisa dilakukan di rumah. Persiapan minyak jelantah dimulai dengan memisahkan partikel-partikel pengotor di minyak jelantah. Proses pemurnian ini telah dijelaskan pada bab terdahulu yang merupakan perlakuan pendahuluan. Proses pemurnian dapat menggunakan karbon aktif agar minyak lebih jernih dan tidak berbau tengik. Minyak jelantah dipanaskan dan dilakukan pencampuran dengan stearin dalam panci dengan api kecil. Aduk perlahan hingga stearin meleleh sempurna dan tercampur rata dengan minyak. Perbandingan umum adalah 1:1, tetapi bisa disesuaikan untuk mendapatkan tingkat kekerasan yang diinginkan.

Setelah campuran meleleh, matikan api. Biarkan suhu sedikit menurun sebelum menambahkan *fragrance oil* atau minyak esensial. Ini penting agar aroma tidak menguap saat terkena panas. Aduk hingga aroma tercampur merata. Tahap selanjutnya adalah pencetakan dengan menyiapkan wadah atau cetakan lilin. Pasang sumbu lilin di tengah wadah. Tuang campuran lilin secara perlahan ke dalam cetakan. Pastikan sumbu tetap tegak.

Biarkan lilin mendingin dan mengeras selama beberapa jam hingga benar-benar padat. Setelah mengeras, potong sumbu lilin hingga menyisakan sekitar 1 cm di atas permukaan lilin. Lilin aromatik dari minyak jelantah siap digunakan. Proses pembuatan lilin aromaterapi diatas telah mengubah limbah dapur menjadi produk yang bermanfaat dan indah.

Produk-produk formulasi lilin aromaterapi kemudian dapat diuji karakteristiknya organoleptik, uji nyala, titik leleh, lama pembakaran, dan preferensi responden untuk menentukan kualitas lilin aromaterapi yang dihasilkan. Parameter organoleptik yang digunakan adalah bentuk, warna, dan aroma lilin. Standar untuk pengujian titik leleh lilin aromaterapi mengacu pada SNI 0386-1989-A/SII 0348-1980. Standar ini menetapkan titik leleh sekitar 50-58°C

untuk menentukan kualitas sediaan lilin, termasuk lilin aromaterapi. Selain itu menetapkan waktu bakar untuk lilin antara 2 hingga 3 jam, di mana waktu bakar dihitung dari waktu awal hingga sumbu lilin habis.



Gambar 7.1. Lilin aromatik dari minyak jelantah

BAB 8

PEMANFAATAN MINYAK JELANTAH UNTUK PUPUK ORGANIK

Pemanfaatan limbah minyak jelantah menjadi pupuk organik cair merupakan contoh nyata memanfaatkan limbah menjadi produk memiliki nilai guna. Dengan pengolahan yang tepat, minyak jelantah yang biasanya dianggap limbah pencemar lingkungan dapat ditransformasi menjadi produk ramah lingkungan yang tidak hanya mengurangi dampak negatif terhadap ekosistem, tetapi juga berperan dalam mendukung sistem pertanian yang berkelanjutan. Selain membantu mengurangi jumlah limbah yang mencemari lingkungan, inovasi ini juga berkontribusi dalam mewujudkan tujuan pembangunan berkelanjutan yaitu SDGs (Sustainable Development Goals), terutama dalam menciptakan sistem pangan yang lebih sehat, lingkungan yang lebih bersih, serta pengelolaan sumber daya yang lebih efisien.

1. Pembuatan Pupuk

Minyak jelantah dapat diolah menjadi Pupuk Organik Cair (POC) menjadi metode yang paling efektif dan efisien.

POC dari minyak jelantah adalah larutan nutrisi yang mudah diserap oleh tanaman dan sangat baik untuk menyuburkan tanah. Selain POC, minyak jelantah juga dapat dimanfaatkan sebagai kompos campuran atau biosurfaktan alami untuk meningkatkan kualitas pupuk kompos. Bahan baku membuat POC dari minyak jelantah, memerlukan bahan-bahan yang mudah tersedia disekitar yaitu minyak jelantah, dedak/katul, agen hayati *Bacillus subtilis*, EM4/MOL 150ml, air bersih, sumber karbon gula putih. Setelah seluruh alat dan bahan tersedia maka proses pembuatan POC dari minyak jelantah bisa dilakukan dengan melewati beberapa tahapan dasar sebagai berikut yaitu tahapan pendahuluan seperti pada Bab sebelumnya. Tahapan selanjutnya adalah pencampuran semua bahan kemudian inokulasi:dengan memasukkan semua bahan dalam wadah fermentasi. Tutup wadah dengan rapat dan tempatkan di tempat yang sejuk dan tidak terkena sinar matahari langsung. Buka tutup wadah 3 hari sekali selama 2 Minggu pertama, setelahnya lakukan seminggu sekali untuk melepaskan gas yang terbentuk. Proses fermentasi yang berjalan optimal ditandai dengan dihasilkannya gas CO₂ dan terjadi kenaikan suhu pada POC yang telah dibuat yang nantinya akan menurun setelah memasuki fermentasi 3-4

76 | Konsep, Karakteristik, Pengelolaan, & Pemanfaatannya

Minggu dimana itu juga menjadi tanda Fermentasi telah selesai. Indikator yang bisa dijadikan acuan bahwa POC telah jadi adalah terjadi penurunan suhu yang tadinya meningkat (umumnya 3-4 Minggu dari saat fermentasi dilakukan) warna POC yang cenderung berwarna gelap/coklat gelap, aroma khas wangi Fermentasi dan tidak tercium bau tengik.

2. Fermentasi dan Peran Mikroorganisme dalam Proses

Fermentasi adalah proses biokimia di mana suatu bahan organik (biasanya karbohidrat seperti gula) diuraikan oleh mikroorganisme (bakteri, ragi, atau kapang) menjadi produk lain tanpa memerlukan oksigen (anaerob) ataupun dengan sedikit oksigen. Selama fermentasi, mikroorganisme seperti *Bacillus subtilis* bekerja memecah molekul lemak kompleks dalam minyak jelantah menjadi senyawa yang lebih sederhana, seperti gliserol dan asam lemak. Bakteri ini juga menghasilkan enzim yang mengubah senyawa-senyawa ini menjadi unsur hara yang siap diserap oleh tanaman, seperti nitrogen, fosfor, dan kalium. Proses ini tidak hanya menghilangkan sifat racun dari minyak

jelantah, tetapi juga memperkaya pupuk dengan senyawa bioaktif yang bermanfaat.

3. Kualitas dan Standarisasi Produk Pupuk Jelantah

Kualitas pupuk yang dihasilkan bisa bervariasi tergantung pada bahan baku dan proses fermentasi. Untuk memastikan produk memiliki kualitas yang baik, perlu dilakukan pengujian laboratorium. Pengujian ini mencakup analisis kadar pH, kandungan unsur hara (N, P, K), serta uji stabilitas dan toksisitas. Standarisasi produk penting untuk menjamin keamanan dan efektivitasnya saat digunakan.

4. Manfaat Pupuk Jelantah untuk Tanaman dan Lingkungan

Penggunaan POC yang dibuat dari minyak jelantah memberikan berbagai manfaat yang signifikan, baik dari segi pertanian, ekonomi, maupun lingkungan. Pertama, POC dari minyak jelantah dapat meningkatkan kesuburan tanah karena mengandung unsur hara dan senyawa organik yang berperan penting dalam memperbaiki sifat fisik, kimia, dan biologis tanah. Bahan organik dalam POC membantu memperbaiki struktur tanah sehingga menjadi lebih gembur, meningkatkan kemampuan tanah dalam menahan air, serta memperkaya tanah dengan nutrisi esensial yang

dibutuhkan tanaman. Selain itu, POC juga mampu meningkatkan aktivitas mikroorganisme tanah, seperti bakteri dan jamur menguntungkan, yang berperan dalam proses dekomposisi bahan organik dan penyediaan unsur hara bagi tanaman.

Kedua, POC dari minyak jelantah dapat mendorong pertumbuhan tanaman secara optimal. Nutrisi yang terkandung di dalam POC, baik unsur makro maupun mikro, tersedia dalam bentuk yang relatif mudah diserap oleh tanaman, terutama jika diaplikasikan melalui penyiraman atau penyemprotan ke daun. Hal ini dapat mempercepat pertumbuhan vegetatif tanaman, meningkatkan pembentukan akar, batang, dan daun, serta memperbaiki kesehatan tanaman secara keseluruhan. Dengan kondisi tanaman yang lebih sehat, POC juga berkontribusi dalam meningkatkan hasil panen, baik dari segi kuantitas maupun kualitas, seperti ukuran, warna, dan daya simpan hasil pertanian.

Ketiga, penggunaan POC dari minyak jelantah bersifat ramah lingkungan. Pemanfaatan minyak jelantah sebagai bahan baku pupuk membantu mengurangi volume limbah rumah tangga yang berpotensi mencemari tanah dan perairan apabila dibuang sembarangan. Selain itu, POC

organik dapat menjadi alternatif yang lebih aman dibandingkan pupuk kimia sintetis yang dalam jangka panjang dapat menyebabkan degradasi tanah, menurunkan kesuburan alami, serta mencemari lingkungan. Dengan menggantikan atau mengurangi penggunaan pupuk kimia, POC dari minyak jelantah turut mendukung praktik pertanian berkelanjutan dan pelestarian ekosistem.

Keempat, dari sisi ekonomi, POC dari minyak jelantah lebih efisien secara biaya. Bahan baku utama berupa limbah minyak goreng bekas relatif mudah diperoleh dan murah, bahkan seringkali tidak bernilai ekonomis. Hal ini membuat biaya produksi POC menjadi jauh lebih rendah dibandingkan pupuk komersial yang harganya terus meningkat. Dengan memproduksi POC secara mandiri, masyarakat terutama petani dan pelaku pertanian skala kecil dapat menekan biaya operasional, meningkatkan kemandirian, serta membuka peluang usaha baru berbasis pengelolaan limbah.

DAFTAR PUSTAKA

- Adane, L. (2020). Preparation of laundry soap from used cooking oils: Getting value out of waste. *Scientific Research and Essays*, 15(1), 1-10.
- Ahadito, B. R., & Afriani, S. R. (2024). Soap Production from Waste Cooking Oil: A Review. *IJFAC (Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry)*, 9(2), 96-102.
- Awogbemi, O., & Kallon, D. V. V. (2024). Conversion of hazardous waste cooking oil into non-fuel value added products. *International Journal of Ambient Energy*, 45(1), 2345253.
- Awogbemi, O., Von Kallon, D. V., Aigbodion, V. S., & Panda, S. (2021). Advances in biotechnological applications of waste cooking oil. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 4, 100158.
- Desy Cahyaning Utami, Hapsari Titi Palupi, Ahmad Zainul Arifin. (2025). Peningkatan Kesadaran Masyarakat Tentang Bahaya Minyak Jelantah Melalui Kegiatan Sosialisasi Di Desa Dayurejo, Prigen, Pasuruan. *PEDULI: Jurnal Imiah Kajian Pengelolaan Lingkungan*: (9) 1 , 49-57.
- Djohan, G., Ibadurrohman, M., & Slamet. (2019, March). Synthesis of eco-friendly liquid detergent from waste cooking oil and ZnO nanoparticles. In *AIP Conference Proceedings* (Vol. 2085, No. 1, p. 020075). AIP Publishing LLC.
- Febijanto, I., Ulfah, F., Kusrestuwardhani, S., & Yuwono Trihadi, S. E. (2023). *A review on used cooking oil as a*

sustainable biodiesel feedstock in Indonesia. IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, 1187 (1), 012011.

- Félix, S., Araújo, J., Pires, A. M., & Sousa, A. C. (2017). Soap production: A green prospective. *Waste management, 66*, 190-195.
- Ganesan, K., Sukalingam, K., & Xu, B. (2019). Impact of consumption of repeatedly heated cooking oils on the incidence of various cancers-A critical review. *Critical reviews in food science and nutrition, 59*(3), 488-505.
- Hartini, S., Fiantika, Y., Widharto, Y., & Hisjam, M. (2021). Optimal treatment combination for dishwashing liquid soap based on waste cooking oil according to the requirement of indonesian quality standards.
- Hastuti, S., Masykur, A., Purnawan, C., Wibowo, A. H., & Putri, R. M. (2024, December). Pengaruh Karbon Aktif pada Perendaman Minyak Jelantah untuk Pembuatan Sabun. In *Prosiding Seminar Nasional Kajian Lingkungan & CSR Fakultas Pertanian UNS* (Vol. 4, No. 1, pp. 7-13).
- Lopresto, C. G., De Paola, M. G., & Calabrò, V. (2024). Importance of the properties, collection, and storage of waste cooking oils to produce high-quality biodiesel—an overview. *Biomass and Bioenergy, 189*, 107363.
- Olu-Arotiowa, O. A., Odesanmi, A. A., Adedotun, B. K., Ajibade, O. A., Olasesan, I. P., Odofofin, O. I., & Abass, A. O. (2022). Review on environmental impact and valorization of waste cooking oil. *LAUTECH Journal of Engineering and Technology, 16*(1), 144-163.

- Rahman, A., Oktaufik, M. A. M., Sasongko, T. W., Guntoro, I., Soedjati, D., Abbas, N., ... & Sasongko, N. A. (2025). Current scenario and potential of waste cooking oil as a feedstock for biodiesel production in Indonesia: life cycle sustainability assessment (LCSA) review. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 11, 101067.
- Ramadhani, A. N., Malik, A. F., & Fitriana, W. R. (2023). Utilization of Wasted Cooking Oil and Essential Oil of Sweet Orange Peel (*Citrus sinensis*) as Aromatherapy Candles. *Equilibrium Journal of Chemical Engineering*, 7(2), 191-198.