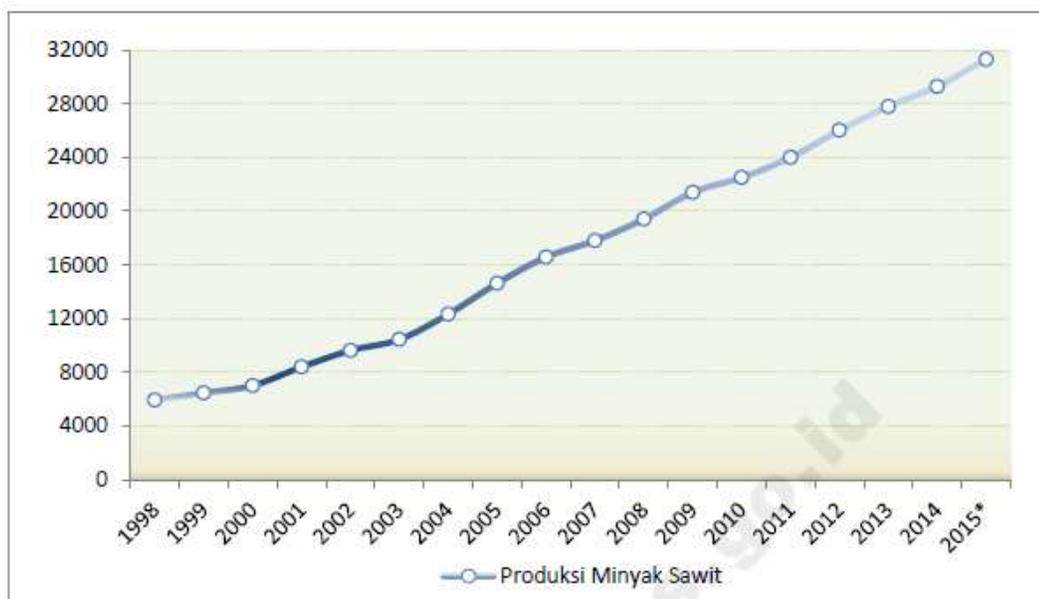


BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Minyak Goreng

Minyak goreng merupakan salah satu kebutuhan pokok penduduk Indonesia dengan tingkat produksi minyak goreng pada tahun 2015 mencapai 31,28 juta ton. (Sumber: Badan Pusat Statistik, 2016). Penggunaan minyak goreng yang cukup tinggi ini tidak didukung dengan harga yang terjangkau bagi para pedagang makanan gorengan, sehingga para pedagang cenderung untuk tidak sering mengganti minyak dan menggunakan minyak goreng bekas dalam kurun waktu yang lama.



Sumber: BPS, diolah

Gambar 1. Perkembangan Produksi Minyak Sawit Indonesia Tahun 1998-2015

Minyak adalah lemak yang berasal dari tumbuhan yang berupa zat cair dan mengandung asam lemak tak jenuh. Minyak dapat bersumber dari tanaman, misalnya minyak zaitun, minyak jagung, minyak kelapa, dan minyak bunga matahari. Minyak dapat juga bersumber dari hewan, misalnya minyak ikan sardin, minyak ikan paus dan lain-lain.

Minyak goreng adalah minyak nabati yang telah dimurnikan dan dapat digunakan sebagai bahan pangan. Minyak goreng nabati biasa diproduksi dari kelapa sawit, kelapa atau jagung (Widayat dkk, 2006).

Minyak goreng bukan hanya sebagai media transfer panas ke makanan, tetapi juga sebagai makanan. Selama penggorengan sebagian minyak akan teradsorpsi dan masuk ke bagian luar bahan yang digoreng dan mengisi ruang kosong yang semula diisi oleh air. Hasil penggorengan biasanya mengandung 5-40 % minyak. Jika menggunakan minyak goreng bekas dalam menggoreng makanan, maka makanan yang dihasilkan akan membahayakan tubuh manusia, karena mengkonsumsi minyak yang rusak dapat menyebabkan berbagai penyakit seperti kanker, pengendapan lemak dalam pembuluh darah (*artherosclerosis*) dan penurunan nilai cerna lemak (Wijana, dkk, 2005).

Jika kita mengumpulkan minyak goreng bekas (disebut juga *recycled frying oil*) keuntungan yang bisa diperoleh antara lain adalah :

- a. Mencegah terjadinya polusi lingkungan (air dan tanah) dengan tidak adanya pembuangan minyak goreng bekas ke sembarang tempat.
- b. Mengurangi bahan karsinogenik yang beredar di masyarakat. Penggunaan minyak goreng yang berulang-ulang (ditandai dengan warna coklat tua, hitam, dan mengandung sekitar 400 senyawa kimia) akan mengoksidasi asam lemak tidak jenuh membentuk gugus peroksida. Senyawa ini memicu kanker, pembesar hati, ginjal dan gangguan jantung (Prihandana, dkk, 2007).

Minyak goreng bekas atau yang sering kita sebut minyak jelantah adalah minyak goreng yang sudah digunakan beberapa kali pemakaian oleh konsumen. Selain warnanya yang tidak menarik dan berbau tengik, minyak jelantah juga mempunyai potensi besar dalam membahayakan kesehatan tubuh. Minyak jelantah banyak mengandung asam lemak bebas (Fernando, dkk, 2013).

Tingginya angka asam suatu minyak jelantah menunjukkan buruknya kualitas dari minyak jelantah tersebut, sehingga minyak jelantah yang di konsumsi secara berkelanjutan dapat meningkatkan potensi kanker didalam tubuh. Agar minyak jelantah dapat dimanfaatkan kembali, maka untuk meregenerasi minyak jelantah tersebut dapat dilakukan dengan menurunkan angka asam yaitu mengurangi kandungan asam lemak bebas (Mardina, dkk, 2012). Menurut para ahli kesehatan, minyak goreng hanya boleh digunakan dua sampai tiga kali untuk menggoreng (fernando, dkk, 2013).

Menurut A. Fuadi, dkk, (2010) Analisa lemak dan minyak yang umum dilakukan pada bahan makanan dapat digolongkan dalam tiga kelompok tujuan :

- a. Penentuan kuantitatif atau penentuan kadar lemak atau minyak yang terdapat dalam bahan makanan.
- b. Penentuan kualitas minyak (murni) ini sangat berhubungan erat dengan kekuatan daya simpannya, sifat gorengnya, baunya maupun rasanya. Tolok ukur kualitas ini termasuk angka asam lemak bebas (*Free Fatty Acid* atau FFA), bilangan peroksida, tingkat ketengikan, dan kadar air.
- c. Penentuan sifat fisis maupun kimiawi yang khas atau mencirikan sifat minyak tertentu.

Zat warna dalam minyak terdiri dari dua golongan yaitu zat warna alamiah dan warna dari hasil degradasi zat warna alamiah. Zat warna yang tergolong zat warna alamiah yaitu zat warna yang secara alamiah di dalam bahan yang mengandung minyak dan ikut terekstrak bersama minyak pada proses ekstraksi. Zat warna tersebut antara lain terdiri dari α dan β karoten, xantofil, klorofil, dan antosianin, zat warna ini menyebabkan minyak berwarna kuning, kuning kecokelatan, kehijau-hijauan dan kemerahan-merahan. Pigmen berwarna merah jingga atau kuning disebabkan oleh karotenoid yang bersifat larut dalam minyak. Karotenoid merupakan persenyawaan hidrokarbon tidak jenuh. Jika minyak dihidrogenasi, karoten tersebut juga ikut terhidrogenasi, sehingga intensitas

warna kuning berkurang. Karotenoid bersifat tidak stabil pada suhu tinggi, dan jika minyak dialiri uap panas, maka warna kuning akan hilang. Karotenoid tersebut tidak dapat dihilangkan dengan proses oksidasi (Ketaren, 2005).

B. Biji Kelor (*Moringa oleifera*. Lamk)

Kelor (*Moringa oleifera*) di Indonesia dikenal sebagai jenis tanaman sayuran yang sudah dibudidayakan. Pohon kelor sering digunakan sebagai pendukung tanaman lada atau sirih. Daun, bunga, dan buah mudanya, merupakan bahan sayuran yang digemari masyarakat setempat. Tanaman kelor merupakan leguminosa, maka bagus ditanam secara tumpang sari dengan tanaman lain karena dapat menambah unsur nitrogen pada lahan tersebut (Hendartomo, 2007).

Menurut Supriyanto, (2006) kelor dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Divisio	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Subkelas	: Dilleniidae
Ordo	: Capparidales
Familia	: <i>Moringa oleiferaceae</i>
Spesies	: <i>Moringa oleifera</i> . Lamk

Pohon kelor (*drumstick tree*: Inggris) termasuk jenis tumbuhan perdu yang memiliki ketinggian pohon antara 7 – 12 m. batang kayunya lunak dan *getas* (mudah patah) dan cabangnya jarang, tetapi mempunyai akar

yang kuat. Pohon kelor berbunga dan berganti daun sepanjang tahun, tumbuh dengan cepat, dan tahan terhadap musim kering (kemarau) (Jonni, dkk, 2008).

Daun kelor berbentuk bulat telur (oval) dengan ukuran kecil-kecil, bersusun majemuk dalam satu tangkai. Pohon kelor berdaun tidak terlalu lebat. Daun kelor berguguran apabila kekurangan air (biasanya terjadi pada musim kemarau panjang) dan tumbuh kembali ketika kebutuhan air tercukupi (Jonni, dkk, 2008).

Bunga kelor berwarna putih kekuning-kuningan dan tudung pelepah bunganya berwarna hijau. Bunganya akan keluar (mekar) sepanjang tahun dengan bau khas semerbak (Jonni, dkk, 2008).

Kelor awalnya banyak tumbuh di India. Namun, kini kelor banyak ditemukan di daerah beriklim tropis. Tanaman ini merupakan famili Moringaceae. Pohon kelor mempunyai ketinggian beragam, dengan tajuk tidak rapat, buahnya merupakan buah kotak bergantung yang panjangnya kira-kira 20 cm. Biji yang berbentuk bola dengan radius sekitar 3 mm. daun kelor berbentuk sirip dan setiap helai daunnya berbentuk bulat telur. Daun dan buahnya yang masih muda dapat dijadikan sayuran, sedangkan biji yang tua dapat dimakan setelah digoreng (Arifin dkk, 1993).

Buah kelor berbentuk polong segitiga memanjang sekitar 30-50 cm, yang biasa disebut *klentang* (Jawa). Berisi 15 – 25 biji, coklat kehitaman, bulat, bersayap tiga, hitam Sementara, getahnya yang telah berubah

warna menjadi cokelat disebut *blendok* (Jawa). Buah kelor mempunyai banyak biji yang nantinya dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengembangbiakannya. Disamping menggunakan biji, pengembangbiakannya juga dapat dilakukan dengan menggunakan setek batang (Jonni, dkk, 2008).

Biji *Moringa oleifera*. Lamk mengandung *mustard oil* (minyak Ben, minyak Moringa), trigliserida asam lemak *behen* (C₂₂H₄₄O₂) yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuatan sabun, bahan iluminasi, lubrikan jam tangan, bahan campuran untuk pembuatan kosmetik, parfum (Duke, 1983 dalam Folkard dkk., 1995:263).

Tabel 1. Komposisi Buah Kelor

Komposisi	Jumlah
Air (%)	86,9
Kalori (%)	26,0
Protein (g)	2,5
Lemak (g)	0,1
Karbohidrat (g)	8,5
Abu (g)	2,0
Serat (g)	4,8
Mineral (g)	2,0
Ca /Kalsium (mg)	30
Mg/Magnesium (mg)	24
P/Fosfor (mg)	110
K/Kalium (mg)	259
Cu/Tembaga (mg)	3,1
Fe/Besi (mg)	5,3
S/Sulfur (mg)	137
Oxalic acid (mg)	10
Vitamin A B Carotene (mg)	0,11
Vitamin B Choline (mg)	423

Sumber: Suwahyono, 2008

Biji kelor memiliki kandungan protein cukup tinggi sekitar 2,5 gram. Protein berasal dari *protos* atau *proteus* yang berarti pertama atau utama. Protein tersusun lebih dari ratusan asam amino yang berikatan satu sama lain membentuk ikatan peptida. Asam amino merupakan bagian dari struktur protein dan banyak menentukan sifatnya yang penting. Asam amino dalam larutan netral, selalu membentuk ion dwi kutub atau juga disebut ion *zwitter* (Winarno, 2002:53).

Menurut Suwahyono (2008), biji kelor banyak mengandung protein dengan berat molekul rendah yang bermuatan ion positif. Jika tepung biji dimasukkan ke dalam air yang keruh, protein akan mengeluarkan ion positif dan akan menarik partikel – partikel yang mengandung ion negatif seperti lempung, bakteri dan bahan lain yang bersifat toksis sehingga kemudian terbentuk gumpalan. Bentuk gumpalan ini mudah dipisahkan dari badan air dengan cara filtrasi.

C. Zeolit

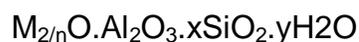
Zeolit adalah mineral berbentuk kristal alumunium silikat, mempunyai struktur yang berpori dan kation alkali, pori-pori itu yang membuat zeolit dapat digunakan sebagai media penyaring atau adsorben substansi yang bersifat polar, seperti air, minyak, maupun cairan lainnya. Zeolit sebagai

adsorben mempunyai efisiensi yang tinggi dalam menghilangkan VOC (*Volatile Organic Compound*) dapat regenerasi atau dipakai kembali. Tingkat kelarutan rendah, mempunyai ion aktif di hampir seluruh strukturnya, penggunaannya yang sederhana, mudah didapat, juga harganya yang ekonomis (Purnama, dkk., 2014).

Zeolit merupakan salah satu bahan kekayaan alam yang sangat bermanfaat bagi industri kimia di Indonesia. Zeolit ada 2 macam, yaitu zeolit sintetik dan zeolit alam. Umumnya zeolit alam digunakan sebagai pupuk, penjernihan air, dan untuk dimanfaatkan sebagai katalis dan adsorben. Zeolit mempunyai beragam kegunaan, seperti pemantap tanah dibidang pertanian, penjernih air, penjernih limbah, dan pakan ternak (Kusnaedi, 2010).

Zeolit merupakan kristal alumina silika berongga yang mengandung molekul alkali atau alkali tanah dan molekul air. Zeolit dapat dimanfaatkan dalam industri sebagai penukar ion, adsorben dan katalis (Nurjannah dkk, 2010).

Kerangka dasar struktur zeolit terdiri dari unit-unit tetrahedral AlO_4 dan SiO_4 yang saling berhubungan melalui atom O dan di dalam struktur tersebut Si^{4+} dapat diganti dengan Al^{3+} sehingga rumus empiris zeolit menjadi :



Dimana:

M = kation alkali atau alkali tanah

n = valensi logam alkali

x = bilangan tertentu (2 s/d 10)

y = bilangan tertentu (2 s/d 7)

Zeolit terdiri dari 3 komponen yaitu kation yang dipertukarkan, kerangka aluminosilikat dan fase air. Ikatan ion Al–Si–O membentuk struktur kristal sedangkan logam alkali merupakan sumber kation yang mudah dipertukarkan (1;14). Karena dalam struktur zeolit muatan ion Al³⁺ lebih kecil daripada Si⁴⁺ maka ion Al³⁺ cenderung bersifat negatif dan mengikat kation alkali atau alkali tanah untuk dinetralkan muatannya. Kation alkali atau alkali tanah dalam zeolit inilah yang selanjutnya dimanfaatkan dalam proses ion exchange (Sutarti dan Rachmawati, 1994).

Menurut Riyanti (2006), pada penelitian menggunakan zeolit alam berukuran 60 mesh, didapatkan zeolit alam mampu menurunkan angka asam dan angka peroksida dengan hasil paling baik pada massa zeolit 30 gram dan waktu pencampuran 30 menit.

Pengolahan dengan zeolit, kualitas minyak goreng akan meningkat karena asam lemak bebasnya akan terserap oleh zeolit alam. Selama ini, zeolit alam hanya digunakan secara langsung sebagai penyubur tanah dan pencampur makanan ternak. Tetapi, untuk logam variabel-variabel yang mempengaruhi efektivitas penukaran kation belum diketahui. Struktur yang khas dari zeolit, yakni hampir sebagian besar merupakan kanal dan pori yang menyebabkan zeolit memiliki luas permukaan yang besar. Keadaan ini dapat

dijelaskan bahwa masing-masing pori dan kanal dalam maupun antar kristal dianggap berbentuk silinder, maka luas permukaan total zeolit adalah akumulasi dari luas permukaan (dinding) pori dan kanal-kanal penyusun zeolit. Semakin banyak jumlah pori yang dimiliki, semakin besar luas permukaan total yang dimiliki zeolit Berdasarkan sifatnya tersebut zeolit dapat digunakan untuk proses adsorpsi, penukar ion, dan sebagai katalis sehingga zeolit berpotensi dalam pemurnian minyak goreng bekas (jelantah). (Sumarlin dkk, 2009).

D. Metode Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses pemisahan komponen tertentu dari satu fasa fluida (larutan) ke permukaan zat padat yang menyerap (adsorben). Pemisahan terjadi karena perbedaan bobot molekul atau porositas, menyebabkan sebagian molekul terikat lebih kuat pada permukaan dari pada molekul lainnya. Adsorpsi dapat digolongkan dalam dua jenis, yaitu adsorpsi secara kimia dan secara fisika. Adsorpsi secara kimia (*kemisorbsi*) adalah adsorpsi yang terjadi karena adanya gaya-gaya kimia dan diikuti oleh reaksi kimia. Adsorpsi jenis ini mengakibatkan terbentuknya ikatan secara kimia, sehingga diikuti dengan reaksi berupa senyawa baru. Adsorpsi fisika (*fisiosorbsi*) adalah adsorpsi yang terjadi karena adanya gaya-gaya fisika. Adsorpsi ini dicirikan adanya kalor adsorpsi yang kecil (10 kkal/mol). Molekul-molekul yang diadsorpsi secara fisik tidak terikat secara kuat pada permukaan dan biasanya terjadi pada

proses reversible yang cepat, sehingga mudah diganti dengan molekul lain.

Adsorpsi pada proses pemucatan minyak terjadi karena adanya H^+ yang berasal dari asam yang menggantikan kation-kation logam alkali dan alkali tanah pada sabut kelapa. Ion H^+ akan mengikat zat warna karoten dalam minyak dengan ikatan Van der Waals. Terdapat tiga mekanisme yang terjadi pada proses adsorpsi yaitu:

1. Molekul-molekul zat yang diserap dipindahkan dari bagian terbesar larutan ke permukaan luar dari adsorban. Fase ini disebut sebagai difusi film atau difusi eksternal.
2. Molekul-molekul zat yang diserap dipindahkan pada kedudukan adsorpsi pada permukaan adsorban ke bagian yang lebih dalam yaitu pada bagian pori. Fase ini disebut dengan difusi pori.
3. Molekul-molekul zat yang diadsorpsi menempel pada permukaan partikel.

a) Adsorben

Adsorben adalah zat atau material yang mempunyai kemampuan untuk mengikat dan mempertahankan cairan atau gas didalamnya (Suryawan, Bambang, 2004). Adsorben memiliki dua tipe yaitu polar dan non-polar. Adsorben polar disebut juga dengan *hydrophilic*. Adsorben yang mengikat molekul polar seperti air. Jenis ini adalah silica gel, porous alumina dan zeolit. Adsorben nonpolar lebih mengikat oil atau gas dibandingkan air, disebut dengan *hydrophobic*, contohnya karbon aktif dan adsorben polimer.

b) Karakteristik adsorben

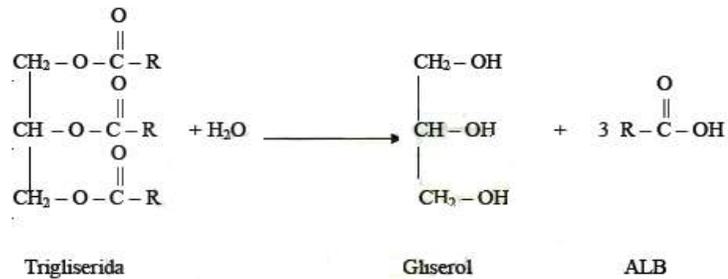
Karakteristik adsorben yang dibutuhkan untuk adsorpsi (Suryawan, Bambang, 2004), adalah :

- a. permukaan besar sehingga kapasitas adsorpsinya tinggi.
- b. Memiliki aktifitas terhadap kompenen yang diadsorpsi.
- c. Memiliki daya tahan yang baik.
- d. Tidak ada perubahan volume yang berarti selama peristiwa adsorpsi dan desorpsi.

E. Penentuan Kualitas Minyak

a. Angka asam lemak bebas (FFA)

Asam lemak bebas dalam konsentrasi tinggi yang terikut dalam minyak sawit sangat merugikan. Tingginya asam lemakbebas ini mengakibatkan rendemen minyak turun. Untuk itulah perlu dilakukan usaha pencegahan terbentuknya asam lemak bebas dalam minyak sawit. Kenaikan kadar asam lemak bebas ditentukan mulai dari saat tandan dipanen sampai tandan diolah di pabrik. Kenaikan ALB ini disebabkan adanya reaksi hidrolisa pada minyak. Hasil reaksi hidrolisa minyak sawit adalah gliserol dan ALB. reaksi ini akan dipercepat dengan adanya factor-faktor panas, air, keasaman, dan katalis (enzim). semakin lama reaksi berlangsung semakin banyak kadar ALB yang terbentuk (Pasaribu, 2004).



Gambar 2. Reaksi Pembentukan Gliserol

Menurut Bayrak (2005), beberapa factor yang dapat menyebabkan peningkatan kadar ALB yang relatif tinggi dalam minyak kelapa sawit antara lain:

- Pemanenan buah sawit yang tidak tepat waktu.
- Keterlambatan dalam pengumpulan buah.
- Penumpukan buah yang terlalu lama.
- Proses hidrolisa selama pemrosesan di pabrik.

Asam lemak merupakan rantai hidrokarbon; yang setiap atom karbonnya mengikat satu atau dua atom hidrogen, kecuali atom karbon terminal mengikat tiga atom hidrogen, sedangkan atom karbon terminal lainnya mengikat gugus karboksil. Asam lemak yang pada rantai hidrokarbonnya terdapat ikatan rangkap disebut asam lemak tidak jenuh, dan apabila tidak terdapat ikatan rangkap pada rantai hidrokarbonnya karbonnya disebut dengan asam lemak jenuh. Semakin jenuh molekul asam lemak dalam molekul trigliserida, semakin tinggi titik beku atau titik cair minyak tersebut . Pada suhu kamar biasanya berada pada fase padat, sebaliknya

semakin tidak jenuh asam lemak dalam molekul trigliserida maka makin rendah titik beku atau titik cair minyak tersebut sehingga pada suhu kamar berada pada fase cair. Minyak kelapa sawit adalah lemak semi padat yang mempunyai komposisi yang tetap (Pasaribu, 2004)

Asam lemak bebas ditentukan sebagai kandungan asam lemak yang terdapat paling banyak dalam minyak tertentu. Demikian asam lemak bebas sebagai berikut ini dipakai sebagai tolok ukur jenis minyak tertentu :

Tabel 2. Jenis-jenis Asam Lemak Bebas

Sumber minyak	Asam lemak bebas terbanyak	Bobot molekul
Kelapa sawit	Palmitat $C_{16}H_{32}O_2$	256
Kelapa, inti sawit	Laurat $C_{12}H_{24}O_2$	200
Susu	Oleat $C_{18}H_{34}O_2$	282
Jagung, Kedelai	Linoleat $C_{18}H_{32}O_2$	278

(Sumber: Suhari, Bambang dan Slamet, 1997)

Hubungan kadar asam lemak (%FFA) dengan angka asam dapat dituliskan sebagai berikut:

$$\text{Angka Asam} = \frac{\text{BM KOH}}{\text{BM Asam lemak bebas}} \times \% \text{ FFA} / 10$$

Angka asam = Faktor konversi x % FFA

Faktor konversi untuk Oleat = 1,99

Faktor konversi untuk Palmitat = 2,19

Faktor konversi untuk Laurat = 2,80

Faktor konversi untuk Linoleat = 2,01

b. Bilangan Peroksida

S = titrasi sampel; B = titrasi blanko, N = Normalitas $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$

c. Kadar air

Kadar air minyak merupakan salah satu parameter untuk menentukan tingkat kemurnian minyak dan berhubungan dengan kekuatan daya simpannya, sifat goreng, bau dan rasa. Kadar air sangat menentukan kualitas dari minyak yang dihasilkan. Kadar air berperan dalam proses oksidasi maupun hidrolisis minyak yang akhirnya dapat menyebabkan ketengikan. Semakin tinggi kadar air, minyak semakin cepat tengik.

Standar Nasional Indonesia Minyak Goreng (SNI 3741:2013)

Tabel 3. Standard Nasional Indonesia Minyak Goreng

No	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan		
	Bau	-	Normal
	Warna	-	Normal
2	Kadar Air dan bahan menguap		Maks.0,15
3	Bilangan Asam	mg KOH/g	Maks. 0,6
4	Bilangan Peroksida	mek O ₂ /Kg	Maks. 10
5	Minyak Pelikan	-	Negatif
6	Asam Linolenat (C18:3) dalam % Komposisi asam lemak minyak		Maks.2
7	Cemaran Logam		
	Kadmium(Cd)	mg/kg	Maks. 0,2
	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks. 0,1
	Timah (Sn)	mg/kg	Maks. 40,0/ 250,0
	Merkuri(Hg)	mg/kg	Maks. 0,05
8	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	Maks. 0,1

Sumber : Standarisasi Nasional Indonesia, 2013

F. Penelitian Terdahulu

Widayat dkk, 2006 telah melakukan penelitian tentang “Optimasi Proses Adsorpsi Minyak Goreng Bekas Dengan Adsorbent Zeolit Alam : Studi Pengurangan Bilangan Asam”. Adapun tujuannya untuk memperoleh kondisi optimum pada proses adsorpsi minyak goreng dengan zeolit dengan studi penurunan bilangan asam. Proses optimasi menggunakan metode respon permukaan, terhadap parameter bilangan asam. Kondisi optimum diperoleh pada berat zeolit 19,07 gram dan diameter zeolit 1,69 m, dengan perolehan bilangan asam sebesar 1,71. Bilangan asam tersebut telah memenuhi SNI minyak goreng.

Taufik (2007) juga melakukan penelitian tentang pemurnian minyak jelantah menggunakan biji kelor dengan metode Batch yang hasilnya dapat menurunkan kadar asam lemak bebas (FFA) sebesar 74,6 % yaitu dari nilai 0,50 % menjadi 0,127 % dan penurunan angka peroksida sebesar 84% yaitu dari 100 meq/kg menjadi 16 meq/kg dan peningkatan warna cerah sebesar 6,7%. Nilai FFA tersebut sudah memenuhi standart SNI 1995 yaitu maksimal 0,3 %.