

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ketapang

Kingdom	: <i>Plantae</i> (tumbuhan)
Subkingdom	: <i>Tracheobionta</i> (tumbuhan berpembuluh)
Super divisi	: <i>Spermatophyta</i> (menghasilkan biji)
Divisi	: <i>Magnoliophyta</i> (tumbuhan berbunga)
Kelas	: <i>Magnoliopsida</i> (berkeping dua/ dikotil)
Sub kelas	: <i>Rosidae</i>
Ordo	: <i>Myrtales</i>
Famili	: <i>Combretaceae</i>
Genus	: <i>Terminalia</i>
Spesies	: <i>Terminalia catappa</i>



Gambar 2.1 Buah dan Biji Ketapang (*Terminalia catappa*)

Ketapang atau katapang (*Terminalia catappa*) adalah nama sejenis pohon tepi pantai yang rindang dan kerap dijadikan pohon peneduh di taman-taman dan tepi jalan. Ketapang lekas tumbuh dan membentuk tajuk indah bertingkat-tingkat. Bunga-bunga berukuran kecil, terkumpul dalam bulir dekat ujung ranting, panjang 8–25 cm. Bunga tak bermahkota, dengan kelopak bertaju-5, bentuk piring atau lonceng, 4–8 mm. Benang sari dalam 2 lingkaran, tersusun lima-lima. Buah berbentuk bulat telur gepeng, bersegi atau bersayap sempit, berwarna hijau-kuning-merah, atau ungu kemerahan jika masak (anonim, 2017).

Bentuk dari buah pohon katapang ini seperti buah almond. Besar buahnya kira-kira 4 – 5,5 cm. Buah katapang berwarna hijau tetapi ketika tua warnanya menjadi merah kecoklatan. Kulit terluar dari bijinya licin dan ditutupi oleh serat yang mengelilingi biji tersebut. Kulit biji dibagi menjadi 2, yaitu lapisan kulit luar (*testa*) dan lapisan kulit dalam (*tegmen*). Lapisan kulit luar pada biji *Terminalia catappa* ini keras seperti kayu. Lapisan inilah yang merupakan pelindung utama bagi bagian biji yang ada di dalamnya.

Dalam bahasa Inggris tumbuhan ini dikenal dengan nama-nama *Bengal almond*, *Indian almond*, *Malabar almond*, *Singapore almond*, *Tropical almond*, *Sea almond*, *Beach almond*, *Talisay tree*, *Umbrella tree*, dan lain-lain (anonym, 2017). Di Indonesia pohon ketapang dikenal dengan beberapa nama: ketapang (Jawa), geutapang (Aceh), hatapang (Batak), katapieng (Sumatra Barat), katapang (Bali), Salrise (Sulawesi), dan kalis (Irian Jaya) (A. A. Kumalasari, 2014).

Tabel 2.1 Komposisi Penyusun Biji Ketapang

No.	Komposisi (per 100gr bahan)	Nilai	Satuan
1.	Air	4,13	%
2.	Protein	23,78	%
3.	Abu	4,27	%
4.	Serat	4,94	%
5.	Lemak	51,80	%
6.	Karbohidrat	16,02	%
7.	Kalori	548,78	Kkal
8.	Kalium	9280 ±0,14	Mg
9.	Kalsium	827,20 ±2,18	Mg
10.	Magnesium	798,6 ±0,32	Mg
11.	Sodium	27,89 ±0,42	Mg

Sumber: Sotyati (2017)

2.2 Minyak Ketapang

Biji ketapang mengandung 50% sampai dengan 60% minyak. Minyak biji ketapang ini belum digunakan secara maksimal, di beberapa Negara minyak biji ketapang digunakan sebagai pengganti minyak almond (Gusmailina & Kusmiati, 2013). Minyak ketapang memiliki ciri fisik yaitu berbau harum seperti bau kacang, berwarna kuning jernih, tidak larut dalam air dan larut dalam alkohol dan eter (Kumalasari, 2014). Berikut ini merupakan tabel komposisi kimia dan fisika minyak biji ketapang.

Tabel 2.2 Komposisi Kimia Minyak Biji Ketapang (*Terminalia Catappa*)

No.	Jenis Asam Lemak	Kandungan (%)
1.	Palmitat	33,38
2.	Linoleat	32,52
3.	Oleat	29,60
4.	Stearat	4,20
5.	Linolenat	0,25
6.	Miristat	0,12

Sumber: Gusmailina & Evi Kusmiati (2013)

Pada Tabel 2.2 dapat diketahui bahwa biji ketapang mengandung 6 jenis asam lemak penting, yaitu Palmitat 33,38%, Linoleat 32,52%, Oleat 29,60%, Stearat 4,20%, Linolenat 0,25%, dan Miristat 0,12%. Biji ketapang mengandung 50% sampai dengan 60% minyak. Minyak biji ketapang ini belum digunakan secara maksimal, di beberapa Negara minyak biji ketapang digunakan sebagai pengganti minyak almond, minyaknya tidak berasa dan tidak berbau sehingga tidak enak untuk dikonsumsi. Penggunaannya baru sebagai obat penyakit kulit seperti kudis, atau penyakit kulit lainnya yang sepertinya kurang bernilai ekonomis.

Tabel 2.3 Sifat Fisika-Kimia Minyak Biji Ketapang

No.	Sifat	Nilai
1.	Bilangan Asam	4,7 mgKOH/gram
2.	Bilangan Penyabunan	68,83 mgKOH/gram
3.	Bilangan Iod	75,21
4.	Indeks Bias	1,4648
5.	Bobot Jenis (25/25°C)	0,898 gram/ml

Sumber: Lina Dharmawati (2012)

Tabel 2.4 Perbandingan Komposisi Asam Lemak (%)
dari Beberapa Jenis Minyak

Jenis asam lemak	Biji Ketapang	Minyak sawit	Minyak Inti sawit	Olein	Stearin	Palmitat
Palmitat	33,383	56,84	8,57	41,84	56,84	52,84
Linoleat	32,522	7,99	2,92	11,75	7,99	11,65
Oleat	29,604	30,36	17,97	42,08	30,36	42,08
Stearat	4,205	3,61	2,89	3,31	3,61	3,21
Linolenat	0,259	-	-	-	-	-
Miristat	0,128	1,18	16,37	1,02	1,18	1,23

Sumber: Gusmailina & Evi Kusmiati (2013)

Jika dibandingkan dengan beberapa jenis minyak nabati lainnya seperti minyak sawit, Olein, Stearin dan minyak inti sawit (Tabel 2.4), asam lemak biji ketapang mengandung Linoleat paling tinggi, demikian juga dengan Stearat sedikit lebih tinggi dibanding beberapa jenis minyak nabati lainnya. Berikut ini merupakan kandungan dan prospek kegunaan dari kandungan dalam biji ketapang.

- *Asam Palmitat (33,383%)*

Asam palmitat adalah asam lemak jenuh yang tersusun dari 16 atom karbon ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$). Pada suhu ruang, asam palmitat berwujud padat berwarna putih. Titik leburnya 63,1 °C. Dikatakan juga bahwa asam palmitat, disebut juga asam heksadekanoik, merupakan asam lemak jenuh utama yang biasa terdapat dalam produk daging dan susu. Asam palmitat juga merupakan komponen utama minyak dari pohon kelapa (minyak sawit dan minyak kelapa). Komponen retinil palmitat merupakan antioksidan dan sumber vitamin A yang ditambahkan ke dalam susu rendah lemak. Dalam industri, asam palmitat banyak dimanfaatkan dalam bidang *kosmetika dan pewarnaan*. Dari segi gizi, asam palmitat merupakan sumber kalori penting namun memiliki daya antioksidasi yang rendah. Dengan demikian biji ketapang berpeluang sebagai substitusi pengganti pada industri kosmetika dan pewarnaan.

- *Asam Linoleat (32,522%)*

Asam linoleat merupakan asam lemak kedua terbanyak setelah asam palmitat. Asam linoleat, adalah asam lemak omega-6 tak jenuh, diperlukan untuk fungsi otak yang sehat, kulit dan pertumbuhan rambut, kepadatan tulang, produksi

energi dan kesehatan reproduksi. Diet yang mengandung 5 sampai 10 persen dari kalori asam omega-6 asam lemak dapat mengurangi risiko penyakit jantung, menurut University of Nebraska-Lincoln Extension. Rasio ideal asam lemak omega-3 dan omega-6 adalah 2: 1 sampai 4: 1, saran University of Maryland Medical Center. Namun, diet standar menyediakan omega-6 asam lemak tak jenuh ganda lebih dari 14 kali lipat dari asam lemak omega-3. Sebuah asam lemak yang umum dalam kebanyakan biji makanan nabati, asam linoleat yang ditemukan berlimpah dalam safflower, bunga matahari, kedelai dan jagung minyak, dan itu membuat 85 sampai 90 persen dari omega-6 asam lemak makanan. Kacang pinus, kemiri dan kacang Brazil juga tinggi asam linoleat. Asam linoleat juga digunakan sebagai bahan pembuat sabun dan pengental. Dalam *industri makanan*, asam linoleat digunakan sebagai suplemen karena di dalam tubuh, asam linoleat akan disintesis menjadi asam arakhidonat yang sangat bermanfaat bagi tubuh. Asam linoleat sangat berperan dalam pencegahan penyakit jantung koroner, dan menyehatkan pembuluh darah.

Asam linoleat (*linoleic acid*) adalah asam lemak esensial yang harus diperoleh dari makanan karena tubuh manusia tidak bisa memproduksinya. Asam lemak esensial merupakan komponen penting dari diet karena tubuh tidak dapat mensintesisnya sendiri. Itu sebab, manusia harus memperoleh asam linoleat dari makanan. Asam linoleat bersifat tidak jenuh, merupakan asam lemak omega-6, dan memiliki rantai 18-karbon panjang. Juga dikenal sebagai LA, yang banyak ditemukan dalam sejumlah minyak nabati, termasuk bunga matahari, safflower, dan minyak jagung. Sebagai asam lemak tak jenuh, asam linoleat jauh lebih sehat daripada diet asam lemak jenuh yang ditemukan dalam daging atau produk susu.

- *Asam Oleat (29,604%)*

Asam oleat atau asam oktadekenoat ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CHCH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$) merupakan asam lemak tak jenuh yang biasanya banyak terkandung dalam minyak zaitun. Selain minyak zaitun juga terdapat pada limbah industri sawit, yaitu lumpur sawit. Asam ini tersusun dari 18 atom C dengan satu ikatan rangkap di antara atom C ke-9 dan ke-10. Selain dalam minyak zaitun (55-80%), asam lemak ini juga terkandung dalam minyak bunga matahari kultivar tertentu, minyak raps, serta minyak biji anggur. Namun dari hasil analisis ini telah diketahui ternyata bahwa

asam Oleat juga banyak terkandung dalam biji ketapang. Asam lemak ini pada suhu ruang berupa cairan kental dengan warna kuning pucat atau kuning kecokelatan. Asam ini memiliki aroma yang khas. Ia tidak larut dalam air, titik leburnya 15.3 °C dan titik didihnya 360 °C. Asam oleat yang terkandung pada minyak zaitun memberikan karakteristik yang unik pada minyak zaitun. Dalam bidang kuliner minyak zaitun menempati posisi "terhormat" di antara minyak-minyak masak yang lain. Dengan demikian hasil analisis ini juga memberikan harapan bahwa biji ketapang dapat menjadi substitusi dan alternatif pengganti minyak zaitun. Namun untuk selanjutnya perlu diketahui rendemen dari asam oleat dari biji ketapang. Asam oleat digunakan dalam dunia farmasi, yaitu sebagai bahan pelarut dan pengental untuk obat-obatan tertentu, digunakan juga sebagai bahan pelarut dan pengental untuk bahan aerosol.

- *Asam Stearat (4,205%)*

Asam stearat digunakan sebagai bahan baku kosmetik, lilin, plastik, untuk memperkeras sabun, dsb. Senyawa ester dari asam stearat digunakan sebagai bahan baku shampoo, sabun, dan kosmetik lainnya. Asam stearat juga digunakan dalam industri makanan dalam pembuatan permen. Asam stearat dalam bidang industri asam stearat dipakai sebagai bahan pembuatan lilin, sabun, plastik, kosmetika, dan untuk melunakkan karet.

- *Asam Linolenat (0,259%)*

Asam linolenat adalah asam lemak omega-3 yang ditemukan dalam makanan tertentu tanaman, terutama biji rami, minyak canola, kedelai dan biji labu, dalam bentuk yang dikenal sebagai asam linoleat alpha, atau ALA. Tubuh Anda mengkonversi ALA, asam lemak esensial, ke dalam asam lemak omega-3 asam docosahexanoic, atau DHA, dan asam eicosapentanoic, atau EPA, yang mengerahkan kolesterol- dan bermanfaat menurunkan peradangan, mengencerkan darah, dan berkontribusi terhadap membran sel sehat dan fungsi otak. Asam lemak ini juga dapat membantu mencegah dan mengobati beberapa jenis kanker, penyakit radang usus dan kondisi autoimun.

Asam linoleat dan linolenat adalah asam lemak tidak jenuh berantai banyak yang tergolong asam lemak esensial. Asam linoleat dan linolenat sangat penting bagi kesehatan dan tidak dapat disintesis sendiri oleh tubuh, oleh karena itu harus

diperoleh dari makanan. Kacang kedelai merupakan salah satu bahan makanan yang kaya asam linoleat dan linolenat. Salah satu hasil olahan kacang kedelai yang bernilai gizi tinggi adalah tahu. Tetapi kandungan asam linoleat dan linolenat tahu tidak setinggi tempe, karena tempe dihasilkan dengan cara fermentasi oleh *Rhizopus sp.*

- *Asam Miristat (0,128)*

Asam miristat atau asam tetradekanoat merupakan asam lemak jenuh yang tersusun dari 14 atom C. Asam ini pertama-tama diekstrak dari tanaman pala (*Myristica fragrans*). Meskipun demikian, aroma khas pala tidak berasal dari asam ini saja melainkan dari minyak atsiri yang juga dapat dijumpai pada buah tanaman (Ketaren, 1986). Asam miristat digunakan pada kosmetik yang sangat bermanfaat karena mampu menyerap minyak dan kotoran di kulit.

2.3 Bahan Baku Minyak Goreng

Minyak goreng adalah minyak nabati yang telah dimurnikan dan dapat digunakan sebagai bahan pangan. Minyak goreng merupakan salah satu bahan pokok yang dikonsumsi oleh seluruh masyarakat. Minyak goreng biasanya digunakan sebagai media menggoreng bahan pangan, penambah cita rasa, ataupun yang membentuk struktur dari pembuatan roti. Minyak goreng merupakan salah satu kebutuhan pokok manusia sebagai alat pengolahan bahan makanan. Bahan baku minyak goreng dapat bersumber dari tanaman, misalnya minyak zaitun, minyak jagung, minyak kelapa, minyak kedelai minyak biji bunga matahari, ataupun minyak kelapa sawit. Minyak juga dapat bersumber dari hewan, misalnya ikan sarden dan ikan paus (Rofiatun, 2016). Persyaratan mutu minyak goreng menurut SNI 01-2901-2006 dapat dilihat pada tabel 2.5 berikut ini.

Tabel 2.5 Syarat Mutu Bahan Baku Minyak Goreng

No.	Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan
1	Warna		Jingga kemerah-merahan
2	Kadar air	%, fraksi massa	0,5 maks
3	Asam lemak bebas	%, fraksi massa	0,5 maks
4	Bilangan Yodium	g yodium/100 g	50-55

Sumber: SNI 01-2901-2006

Pemanasan bahan baku minyak goreng dengan suhu tinggi dan digunakan secara berulang akan mengakibatkan minyak mengalami kerusakan karena adanya oksidasi yang mampu menghasilkan senyawa aldehida, keton, serta senyawa aromatis yang mempunyai bau tengik. Selain itu mengakibatkan polimerisasi asam lemak tidak jenuh sehingga komposisi medium minyak berubah.

Selama proses pemanasan, bahan baku minyak goreng mengalami proses hidrolisis dan oksidasi. Proses hidrolisis mengakibatkan terjadinya peningkatan FFA, monoacylglycerol, diacylglycerols dan gliserol, sedangkan pada saat proses oksidasi akan terbentuk hidroperoksida, aldehyd, keton, asam karboksilat, alkana rantai pendek dan alkena.

Pembentukan polimer saat proses pemanasan akan mengakibatkan terjadinya peningkatan viskositas pada minyak dan ini merupakan salah satu tanda kerusakan pada bahan baku minyak goreng. Pengaruh dari kerusakan bahan baku minyak goreng adalah akan mengurangi laju perpindahan panas ke dalam produk, waktu penggorengan lebih lama, terjadi perubahan warna pada produk dan meningkatkan penyerapan minyak goreng ke dalam produk. Proses hidrolisis pada bahan baku minyak goreng akan berlangsung semakin cepat apabila terdapat air di dalam bahan pangan yang digoreng.

Kadar FFA di dalam minyak menunjukkan tingkat kerusakan minyak goreng akibat pemecahan Triacylglycerol dan oksidasi asam lemak ikatan ganda. Peningkatan kadar FFA berhubungan erat dengan menurunnya titik asap bahan baku minyak goreng. Bahan baku minyak goreng yang memiliki mutu baik apabila titik asapnya semakin tinggi (Ilmi, dkk. 2015).

2.4 Proses Pengambilan Minyak

Lemak dan minyak dapat diperoleh dari ekstraksi jaringan hewan atau tanaman dengan tiga cara, yaitu *rendering*, pengepresan (*pressing*), atau dengan pelarut (AA Ilma, 2015).

2.4.1. Rendering

Rendering merupakan suatu cara yang sering digunakan untuk mengekstraksi minyak hewan dengan cara pemanasan. Pemanasan dapat dilakukan dengan air panas (*wet rendering*). Lemak akan mengapung di permukaan sehingga

dapat dipisahkan. Pemanasan tanpa air biasanya dipakai untuk mengekstraksi minyak babi dan lemak susu. Secara komersial rendering dilakukan dengan menggunakan ketel vakum. Protein akan rusak oleh panas dan air akan menguap sehingga lemak dapat dipisahkan.

Menurut Ketaren (2008), *rendering* merupakan suatu cara ekstraksi minyak atau lemak dari bahan yang diduga mengandung minyak atau lemak dengan kadar air tinggi. Penggunaan panas bertujuan untuk menggumpalkan protein pada dinding sel bahan dan untuk memecahkan dinding sel tersebut sehingga mudah ditembus oleh minyak atau lemak yang terkandung didalamnya. Menurut pengerjaannya *rendering* dibagi dalam dua cara yaitu *wet rendering* dan *dry rendering*. *Wet rendering* adalah proses *rendering* dengan penambahan sejumlah air selama berlangsungnya proses. Sedangkan *dry rendering* adalah cara *rendering* tanpa penambahan air selama proses berlangsung.

2.4.2. Pelarut

Cara ekstraksi ini dapat dilakukan dengan menggunakan pelarut dan digunakan untuk bahan yang kandungan minyaknya rendah. Lemak dalam bahan dilarutkan dengan pelarut. Tetapi cara ini kurang efektif, karena pelarut mahal dan lemak yang diperoleh harus dipisahkan dari pelarutnya dengan cara diuapkan. Selain itu, ampasnya harus dipisahkan dari pelarut yang tertahan, sebelum dapat digunakan sebagai bahan makanan ternak.

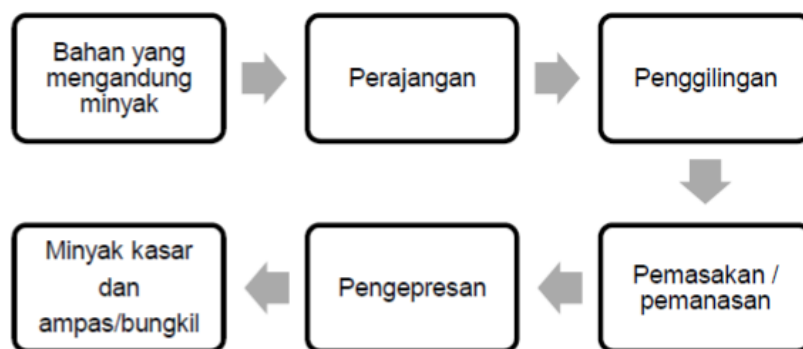
2.4.3. Pengepresan Mekanis

Pengepresan mekanis merupakan suatu cara ekstraksi minyak atau lemak, terutama untuk bahan yang berasal dari biji-bijian. Cara ini dilakukan untuk memisahkan minyak dari bahan yang berkadar minyak tinggi (30-70 persen). Pada pengepresan mekanis ini diperlukan perlakuan pendahuluan sebelum minyak atau lemak dipisahkan dari bijinya. Perlakuan pendahuluan tersebut mencakup pembuatan serpih, perajangan dan penggilingan serta tempering atau pemasakan.

Dua cara yang umum dalam pengepresan mekanis yaitu pengepresan hidrolis (*hydraulic pressing*) dan pengepresan berulir (*screw pressing*).

a. Pengepresan Hidrolik (*Hydraulic Pressing*)

Pada cara *hydraulic pressing*, bahan dipres dengan tekanan sekitar 2000 lb/in². Banyaknya minyak atau lemak yang dapat diekstraksi tergantung dari lamanya pengepresan, tekanan yang digunakan serta kandungan minyak dalam bahan. Sedangkan banyaknya minyak yang tersisa pada bungkil bervariasi sekitar 4-6%, tergantung dari lamanya bungkil ditekan dibawah tekanan hidrolik. Tahap-tahap yang dilakukan dalam proses pemisahan minyak dengan cara pengepresan mekanis dapat dilihat pada gambar 2.3.



Gambar 2.2 Skema Cara Memperoleh Minyak dengan Pengepresan

b. Pengepresan Berulir (*Screw Pressing*)

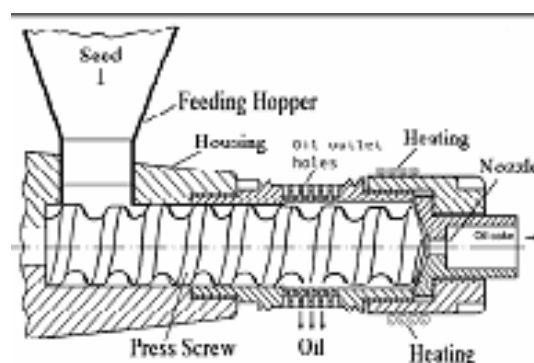
Cara *screw pressing* memerlukan perlakuan pendahuluan yang terdiri dari proses pemasakan atau tempering. Proses pemasakan berlangsung pada temperatur 240°F dengan tekanan sekitar 15-20 ton/inch². Kadar air minyak atau lemak yang dihasilkan berkisar sekitar 2,5-3,5 persen, sedangkan bungkil yang dihasilkan masih mengandung minyak sekitar 4-5 persen. Cara lain untuk mengekstraksi minyak atau lemak dari bahan yang diduga mengandung minyak atau lemak adalah gabungan dari proses *wet rendering* dengan pengepresan secara mekanik atau dengan sentrifusi (Ilma, 2015).

Metode pengepresan berulir merupakan metode ekstraksi yang lebih maju dan telah diterapkan di industri pengolahan minyak. Cara ekstraksi ini paling sesuai untuk memisahkan minyak dari bahan yang kadar minyaknya di atas 10%. Tipe alat pengepres berulir yang digunakan dapat berupa pengepres berulir tunggal (*single*

screw press) atau pengepres berulir ganda (*twin screw press*). Pada pengepresan jarak pagar, dengan teknik pengepres berulir tunggal (*single screw press*) dihasilkan rendemen sekitar 28-34 persen, sedangkan dengan teknik pengepres berulir ganda (*twin screw press*) dihasilkan rendemen minyak sekitar 40-45 persen. Pengepresan dengan pengepresan berulir memiliki beberapa kelebihan, yaitu:

- Kapasitas produksi menjadi lebih besar karena proses pengepresan dapat dilakukan secara kontinyu.
- Menghemat waktu proses produksi karena tidak diperlukan perlakuan pendahuluan, yaitu pengecilan ukuran dan pemasakan/pemanasan.
- Rendemen yang dihasilkan lebih tinggi.

Cara kerja alat ekstraksi biji jarak tipe berulir (*screw*) ini adalah dengan menerapkan prinsip ulir dimana bahan yang akan dipress ditekan dengan menggunakan daya dorong dari ulir yang berputar. Bahan yang masuk ke dalam alat akan terdorong dengan sendirinya ke arah depan, kemudian bahan akan mendapatkan tekanan setelah berada di ujung alat. Semakin bahan menuju ke bagian ujung alat, tekanan yang dialami bahan akan menjadi semakin lebih besar. Tekanan ini yang akan menyebabkan kandungan minyak yang terdapat dalam bahan keluar. Minyak kasar yang keluar dari mesin press dialirkan dan ditampung ke dalam tangki penampung selama beberapa waktu agar kotoran-kotoran yang terikut di dalamnya mengendap.



Gambar 2.3 Alat Pengepresan Berulir

2.5 Degradasi Termal

Degradasi termal adalah memecah dari material berkualitas, sehingga di bagian miskin. Degradasi termal dapat terjadi jika suhu per barel terlalu tinggi, kecepatan rotasi sekrup terlalu cepat, atau diameter nosel terlalu kecil (Zoellucky, 2017). Degradasi termal dapat juga diartikan sebagai penurunan kualitas suatu material yang disebabkan oleh proses pemanasan.

Pada proses pemanasan terdapat beberapa reaksi yang terjadi. Reaksi yang terjadi selama proses pemanasan adalah reaksi autooksidasi, thermal oksidasi dan thermal polimerasi. Proses autooksidasi terjadi ketika minyak goreng bereaksi dengan oksigen selama proses penggorengan. Proses termal oksidasi terjadi karena pemanasan pada suhu tinggi dan ada kontak langsung dengan oksigen. Proses thermal polimerasi merupakan proses penghasilan produk dengan berat molekul lebih tinggi daripada sebelumnya proses ini terjadi karena pemanasan pada suhu tinggi.

Kerusakan minyak akibat pemanasan dapat diamati dari perubahan warna, kenaikan kekentalan, peningkatan kandungan asam lemak bebas dan kenaikan bilangan peroksida.

Kerusakan minyak goreng dapat ditandai oleh terbentuknya akrolein pada minyak goreng. Akrolein menyebabkan rasa gatal pada tenggorokan ketika mengkonsumsi makanan yang digoreng menggunakan minyak goreng bekas penggorengan berulang kali. Akrolein terbentuk dari hidrasi gliserol yang membentuk aldehida tidak jenuh atau akrolein (Pratama, 2014).