

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

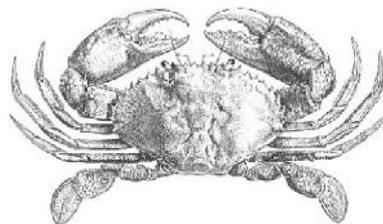
### 2.1 Kepiting

Kepiting merupakan salah satu pilihan makanan yang banyak digemari oleh masyarakat dunia. Banyaknya konsumsi kepiting menyebabkan banyak pula limbah kepiting yaitu cangkangnya. Keseluruhan daging kepiting ditutupi oleh cangkangnya yang cukup keras. Oleh sebab itu cangkang kepiting dapat dimanfaatkan mulai dari kepala sampai jari-jari kepiting.

Jenis-jenis Kepiting :

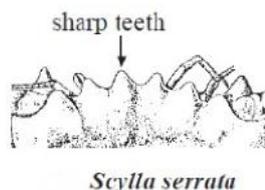
- Kingdom : Animalia
- Phylum : Arthropoda
- Sub Phylum : Crustacea
- Class : Malacostraca
- Ordo : Decapoda
- Family : Portunidae
- Genus : *Scylla*

1. *Scylla serrata* (Forskål, 1775) disebut juga kepiting lumpur besar/giant mud crab



Ciri-ciri kepiting spesies ini adalah:

- Karapaks (Cangkang) halus, berwarna hijau hingga hijau zaitun, panjang cangkang 25-28 cm, dan berat maksimum antara 2-3 kg.
- Pada bagian frontal terdapat 4 spina yang tajam.

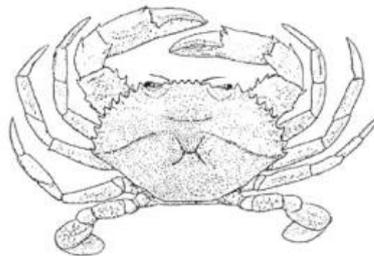


- Bagian luar palm (capit) berwarna hijau dengan pola bulat-bulat.



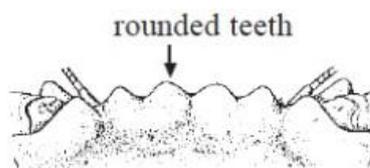
- Kaki terakhir berpola bulat-bulat pada jantan maupun betina.
- Biasanya ditemukan di lepas pantai yang berlumpur. Kepiting ini menggali liang yang dalam di mangrove atau di substrat lembut pada daerah pasang surut.
- Dapat ditangkap menggunakan trap, tangan maupun kait.
- Selalu dijual dalam keadaan hidup/segar sebagai makanan yang nilai gizinya cukup tinggi.
- Daerah distribusinya terdapat di Indo-Pasifik Barat.

## 2. *Scylla tranquebarica* (Fabricius, 1798) disebut juga kepiting lumpur ungu



Ciri-ciri kepiting bakau spesies ini adalah:

- Karapaks berwarna hijau kehitaman hingga hitam dengan panjang karapaks maksimal 20 cm dengan berat mencapai 2 kg.
- Bagian frontal mempunyai spina yang bulat.

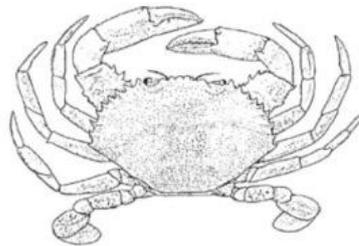


*Scylla tranquebarica*

- Capit berwarna ungu, halus dan tidak ada pola bulat-bulat

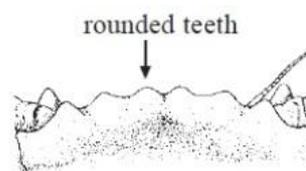


- Kepiting ini ditemukan di daerah mangrove.
  - Dapat ditangkap menggunakan trap, tangan maupun kait.
  - Selalu dijual dalam keadaan hidup/segar sebagai makanan yang nilai gizinya cukup tinggi
  - Diketahui berada di beberapa tempat di Indo-Pasifik barat.
3. *Scylla olivacea* (Fabricius, 1798) disebut juga kepiting lumpur oranye



Ciri-ciri kepiting spesies ini adalah:

- Karapaks (cangkang) berwarna kecoklatan hingga coklat kehijauan. Maksimum lebar karapaks 18 cm. .
- Bagian frontal dengan spina yang bulat.

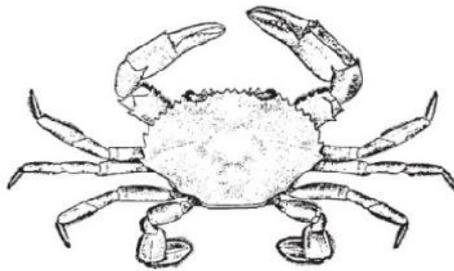


*Scylla olivacea*

- Warna capit biasanya berwarna atau hanya berupa bercak oranye atau kuning.

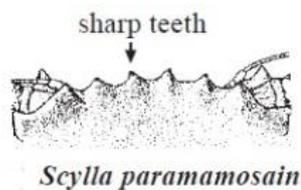


- Kepiting ini hidup di daerah mangrove.
  - Dapat ditangkap menggunakan trap, tangan maupun kait.
  - Selalu dijual dalam keadaan hidup/segar sebagai makanan yang nilai gizinya cukup tinggi.
  - Dapat ditemukan di perairan dangkalan Sunda dan berbagai tempat di Pasifik Timur.
4. *Scylla paramamosain* (Estampador, 1949) disebut juga kepiting lumpur hijau



Ciri-ciri kepiting spesies ini adalah:

- Karapaks (cangkang) berwarna hijau hingga hijau muda, maksimum lebar karapaks 20 cm dengan berat mencapai lebih 2 kg.
- Pada bagian frontal mempunyai spina yang tajam.



- Capit berwarna hijau hingga biru kehijauan dengan permukaan yang lebih rendah dan dasar jari biasanya berwarna kuning pucat hingga oranye kekuningan.



- Kepiting ini hidup di area berbatu, dekat pantai dan mangrove.
- Dapat ditangkap menggunakan trap, tangan maupun kait.
- Selalu dijual dalam keadaan hidup/segar sebagai makanan yang nilai gizinya cukup tinggi.
- Dapat ditemukan di utara Laut Cina Selatan dan beberapa bagian di Pulau Jawa.

Jenis kepiting yang digunakan *Scylla olivacea* Kepiting bakau ini sangat berasosiasi erat dengan hutan mangrove sebagai tempat tinggal dan tempat berkembang biaknya. *Scylla olivacea* memiliki warna karapas hijau tua kecokelatan. Dengan panjang maksimum 150 mm, dan sering ditemukan di daerah hutan mangrove (Rahayu dan Setyadi, 2009).

*Scylla olivacea* memiliki sistematika sebagai berikut.

- Filum : Arthropoda
- Class : Crustacea
- Ordo : Decapoda
- Family : Portunidae
- Genus : *Scylla*
- Spesies : *Scylla olivacea* H.

Menurut Mossa dkk (1985), genus *Scylla* memiliki ciri-ciri sebagai berikut: panjang pasangan kaki jalan lebih pendek daripada capit, pasangan kaki terakhir berbentuk dayung, karapas berbentuk lebar, dilengkapi dengan 3–9 buah gigi anterolateral, ruas dasar dari antena biasanya lebar, sudut anteroexternal seringkali berlobi, flagel kadang-kadang berada pada orbital mata.

*Scylla olivacea*, merupakan kepiting yang sangat penting di negara-negara Asia Tenggara, dapat mencapai lebar karapas 15 cm. Karapas berbentuk oval sempit, cembung, halus, mengkilap, tidak berbulu atau bergranula; daerah gastric, cardiac intestinal dan branchial dibatasi oleh alur yang lebar tetapi dangkal. Bagian frontal bergigi tumpul 4 buah. Tepi anterolateral mempunyai 9 gigi yang tidak sama besarnya. Capit kuat, pada capit yang kecil terdapat gigi-gigi yang tajam pada sisi pemotongnya, sedangkan pada capit yang besar gigi berbentuk seperti geraham pada sisi pemotongnya; carpus tanpa 2 duri besar pada sisi luarnya. Capit dan kaki jalan berwarna merah bata tanpa pola polygonal yang berwarna lebih gelap (Rahayu dkk,2009). Kepiting bakau (*Scylla olivacea*) merupakan salah satu dari keempat spesies kepiting bakau di dunia. Kepiting ini memiliki keunggulan dari ketiga spesies kepiting lainnya, yakni proses reproduksinya lebih singkat dan dapat bertahan hidup dalam kondisi ekstrim (Farizah, 2010).

Bagian-bagian tubuh pada *Scylla olivacea* dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagian-bagian tubuh *Scylla olivacea*. (Rahayu dan Setyadi, 2009)

Beberapa jenis kandungan yang menyusun cangkang kepiting terlampir dalam Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan Cangkang Kepiting

Kandungan Bahan	Kadar (%)
Kitin	13-15
Protein	30-35
Mineral	50
CaCO <sub>3</sub>	77 dalam 50
Mg, silika, anhidrat fosfik	23 dalam 50

Sumber : (Hackman dan Foster dalam Suhardi, 1993).

## 2.2 Kalsinasi

Kalsinasi berasal dari Latin yaitu *calcinare* yang artinya membakar kapur. Proses kalsinasi yang paling umum adalah diaplikasikan untuk dekomposisi kalsium karbonat (batu kapur,  $\text{CaCO}_3$ ) menjadi kalsium oksida (kapur bakar,  $\text{CaO}$ ) dan gas karbon dioksida ( $\text{CO}_2$ ). Produk dari kalsinasi biasanya disebut “kalsin” yaitu mineral yang telah mengalami proses pemanasan. Proses kalsinasi dilakukan dalam sebuah tungku atau reaktor yang disebut dengan *kiln* atau *calciners* dengan beragam desain, seperti tungku poros, rotary kiln, tungku perapian ganda, dan reaktor fluidized bed. Normalnya proses kalsinasi dilakukan dibawah temperature leleh (melting point) dari bahan produk. Untuk batu kapur, proses kalsinasi umumnya dilakukan pada temperature antara 900 - 1000°C.

Contoh Aplikasi dari Proses Kalsinasi antaranya adalah :

1. Dekomposisi mineral karbonat seperti pada kalsinasi  $\text{CaCO}_3$  (Limestone) menjadi  $\text{CaO}$  dan gas  $\text{CO}_2$ .
2. Dekomposisi mineral hidrat seperti pada kalsinasi bauxite yang bertujuan untuk membuang air Kristal.
3. Dekomposisi zat mudah menguap yang terkandung pada petroleum coke.

## 2.3 Kalsium Karbonat ( $\text{CaCO}_3$ )

Ciri-ciri dan Sifat Kalsium Karbonat

Kalsium karbonat umumnya berwarna putih dan umumnya sering dijumpai pada batu kapur, kalsit, marmer, dan batu gamping. Selain itu kalsium karbonat juga banyak dijumpai pada skalaktit dan stalagmit yang terdapat di sekitar pegunungan. Karbonat yang terdapat pada skalaktit dan stalagmit berasal dari tetesan air tanah selama ribuan bahkan jutaan tahun. Seperti namanya, kalsium karbonat ini terdiri dari 2 unsur kalsium dan 1 unsur karbon dan 3 unsur oksigen. Setiap unsur karbon terikat kuat dengan 3 oksigen, dan ikatan ini ikatannya lebih longgar dari ikatan antara karbon dengan kalsium pada satu senyawa. Kalsium karbonat bila dipanaskan akan pecah dan menjadi serbuk remah yang lunak yang dinamakan kalsium oksida ( $\text{CaO}$ ). Hal ini terjadi karena pada reaksi tersebut setiap molekul dari kalsium akan bergabung dengan 1 atom oksigen dan molekul

lainnya akan berikatan dengan oksigen menghasilkan CO<sub>2</sub> yang akan terlepas ke udara sebagai gas karbon dioksida. Dengan reaksi sebagai berikut :



#### 2.4 Kalsium Oksida (CaO)

Nama lain dari kalsium oksida adalah lime, caustic, quicklime atau gamping.

Keadaan fisik dan penampilan : Solid. (Kristal padat.)

Bau : Tidak berbau.

Rasa : Tidak tersedia.

Berat Molekul : 56,08 g / mol

Warna : Putih.

pH (1% soln / air): 10 [Dasar.]

Titik didih : 2850 ° C (5162 ° F)

Melting Point : 2572 ° C (4661,6 ° F)

Suhu kritis : Tidak tersedia.

Berat Jenis : 3,33 (Air = 1)

Tekanan Uap : Tidak dipakai.

Densitas Uap : Tidak tersedia.

Volatilitas : Tidak tersedia.

Ionicity (dalam Air): Tidak tersedia.

Dispersi : Tidak tersedia.

Kalsium oksida (CaO) merupakan oksida basa yang didapat dari batuan gamping dimana terkandung kalsium oksida sedikitnya 90% dan magnesia 0-5%, kalsium karbonat, silika, alumina, feri oksida terdapat sedikit sebagai ketidakmurnian. Ditinjau dari komposisinya, ada beberapa jenis gamping. Gamping hidraulik didapat dari pembakaran batu gamping yang mengandung lempung, gamping berkadar kalsium tinggi lebih dimanfaatkan didalam reaksi kimia. Pada suhu dibawah 650°C tekanan keseimbangan CO<sub>2</sub> hasil dekomposisi cukup rendah. Akan tetapi suhu antara 650°C sampai 900°C, tekanan dekomposisi itu cukup meningkat (Austin, 1984). Kalsinasi CaCO<sub>3</sub> pada suhu 900°C .



Mekanisme Reaksi Pembentukan CaO CaO memiliki sisi-sisi yang bersifat basa dan CaO telah diteliti sebagai katalis basa yang kuat dimana untuk menghasilkan biodiesel menggunakan CaO sebagai katalis basa mempunyai banyak manfaat, misalnya aktivitas yang tinggi, kondisi reaksi yang rendah, masa katalis yang lama, serta biaya katalis yang rendah. Beberapa keuntungan dari penggunaan CaO sebagai katalis:

- 1) Murah dan mudah di dapat.
- 2) Mudah dipisahkan dari produk.
- 3) Yield yang dihasilkan tinggi.

#### **2.4.1 Karakterisasi CaO**

Karakterisasi dilakukan untuk mempelajari struktur CaO (kristalinitas) hasil kalsinasi menggunakan XRD (X-Ray Diffraction) (*XRD Shimadzu type XD-3H, Cu K radiation*) dengan observasi dilakukan pada sudut  $2\theta$  (5-50) derajat. Selain struktur (kristalinitas) komposisi Ca dan Mg dalam bahan padat hasil kalsinasi dianalisis menggunakan penganalisis serapan atom (*AAS, Perkin Elmer 2380*).

#### **2.5 Katalis**

Katalis adalah zat kimia yang dapat meningkatkan laju reaksi dengan menurunkan energi aktivasi dan mengarahkan reaksi untuk mencapai kesetimbangan, tanpa terkonsumsi. Reaksi kimia yang menggunakan bantuan katalis disebut reaksi katalitik. Beberapa ciri dan manfaat kehadiran katalis dalam suatu reaksi kimia adalah:

- a. Katalis dapat menurunkan energi aktivasi.
- b. Katalis dapat mempercepat reaksi untuk mencapai kesetimbangan.
- c. Katalis bersifat spesifik (membentuk produk tertentu).
- d. Katalis mengantarkan reaktan melalui jalan baru yang lebih mudah untuk berubah menjadi produk.
- e. Katalis tidak mengubah kesetimbangan tetapi katalis hanya berpengaruh pada sifat kinetik.
- f. Hanya diperlukan jumlah sedikit katalis untuk reaktan dalam jumlah yang besar (Yuniarto dkk., 2008).

Menurut Sukardjo (1990) semua katalisator mempunyai sifat yang sama, yaitu :

- a. Katalisator tidak berubah selama reaksi berlangsung, namun ada kemungkinan ikut dalam reaksi tetapi setelah reaksi berakhir, katalisator tersebut diperoleh kembali.
- b. Katalisator tidak mempengaruhi letak dan besarnya tetapan kesetimbangan, sebab semua reaksi akan berakhir setelah terjadi kesetimbangan.
- c. Katalisator tidak dapat mengawali suatu reaksi, reaksi yang harus sudah berjalan walau lambat.
- d. Katalisator yang diperlukan untuk mempercepat reaksi biasanya hanya sedikit namun pada umumnya jumlah juga mempengaruhi kecepatan reaksi.

Katalis adalah suatu senyawa kimia yang menyebabkan reaksi menjadi lebih cepat untuk mencapai kesetimbangan tanpa mengalami perubahan kimiawi diakhir reaksi. Katalis tidak mengubah nilai kesetimbangan dan berperan dalam menurunkan energi aktivasi. Dalam penurunan energi aktivasi ini, maka energi minimum yang dibutuhkan untuk terjadinya tumbukan berkurang sehingga terjadinya reaksi berjalan cepat (Gates, 1992). Katalis pada umumnya mempunyai sifat-sifat sebagai berikut: aktivitas, stabilitas, selektivitas, umur, regenerasi dan kekuatan mekanik. Secara umum katalis mempunyai 2 fungsi yaitu mempercepat reaksi menuju kesetimbangan atau fungsi aktivitas dan meningkatkan hasil reaksi yang dikehendaki atau fungsi selektivitas (Nasikin dan Susanto, 2010)

Katalis sebagai suatu substansi kimia mampu mempercepat laju reaksi kimia yang secara termodinamika dapat berlangsung. Hal ini disebabkan karena kemampuannya mengadakan interaksi dengan paling sedikit satu molekul reaktan untuk menghasilkan senyawa antara yang lebih aktif. Interaksi ini akan dapat meningkatkan ketepatan orientasi tumbukan, meningkatkan konsentrasi akibat lokalisasi reaktan, sehingga meningkatkan jumlah tumbukan dan membuka alur reaksi dengan energi pengaktifan yang lebih rendah (Gates, 1992). Menurut Istadi (2011) katalis dapat dibagi ke dalam 3 komponen yakni situs aktif, penyangga atau pengemban dan promotor. Situs aktif berperan dalam reaksi kimia yang diharapkan, penyangga berperan dalam memodifikasi komponen aktif, menyediakan permukaan yang luas, dan meningkatkan stabilitas katalis,

sementara itu promotor berperan dalam meningkatkan atau membatasi aktivitas katalis serta berperan dalam struktur katalis.

### **2.5.1 Karakteristik Katalis Padat**

Kinerja katalis dipengaruhi oleh beberapa parameter yakni aktivitas, selektivitas, deaktivasi, aliran fluida dan stabilitas katalis. Kinerja katalis juga dipengaruhi oleh karakteristik dari katalis itu sendiri. Karakter-karakter yang mempengaruhi kinerja katalis diantaranya pemilihan komponen aktif atau situs aktif, luas permukaan katalis, serta sifat kebasaaan dan keasaman permukaan. Aktivitas dan selektivitas dicapai sebagai keadaan optimum dengan menentukan material dan metode preparasi yang sesuai (Nasikin dan Susanto, 2010). Pada katalis heterogen padat diyakini bahwa tidak seluruh permukaannya bereaksi. Hanya situs tertentu pada permukaan katalis yang berperan dalam reaksi, situs-situs tersebut disebut dengan situs aktif. Situs aktif dapat berupa atom tak berikatan yang dihasilkan dari ketidakseragaman permukaan atau atom dengan sifat kimia yang memungkinkan interaksi dengan atom atau molekul yang teradsorpsi reaktan. Suatu reaksi dengan katalis heterogen padat dari reagen

Mekanisme tersebut sangat terkait dengan fenomena adsorpsi. Setidaknya satu dari reaktan teradsorpsi pada permukaan katalis. Mekanisme adsorpsi dapat dibedakan menjadi dua, yaitu adsorpsi secara fisika (fisisorpsi) dan secara kimia (kemisorpsi). Pada proses fisisorpsi, interaksi yang terjadi antara adsorbat dan adsorben adalah gaya van der Waals. Molekul yang terikat lebih lemah dan energi yang dilepaskan relatif rendah, sekitar 20 kJ/mol. Sedangkan pada proses kemisorpsi, interaksi adsorbat dan adsorben tersedia melalui pembentukan ikatan yang lebih kuat (Atkins, 1999).

Permukaan katalis mencakup permukaan eksternal dan internal pori-pori. Untuk material yang sangat berpori, luas permukaan internal pori-pori jauh lebih tinggi daripada luas permukaan eksternal. Distribusi ukuran pori katalis dipengaruhi oleh kondisi preparasi dan jumlah masukan komponen aktif. Biasanya terdapat distribusi ukuran pori yang luas pada katalis, akan tetapi, katalis juga dapat dirancang untuk memiliki distribusi ukuran pori yang sangat kecil. Pada katalis, situs-situs aktif tersebar di seluruh matriks berpori. Dalam kondisi

temperatur dan tekanan yang sesuai, gas secara bertahap dapat terserap pada permukaan padat dan akhirnya menyebabkan cakupan menyeluruh (Busca, 2014).

Permukaan katalis dapat memiliki karakteristik asam maupun basa. Teori Brønsted-Lowry mendefinisikan asam sebagai zat atau materi pemberi proton, sedangkan basa didefinisikan sebagai zat atau materi penerima proton. Sementara itu, Lewis mendefinisikan asam sebagai zat atau materi akseptor pasangan elektron dan basa didefinisikan sebagai zat atau materi pendonor pasangan elektron (Lufaso, 2014). Definisi asam-basa dapat digunakan untuk menerangkan fenomena asam-basa yang ditunjukkan sebagai karakteristik permukaan katalis. Hal ini perlu untuk menerangkan gugus aktif pada material tersebut, baik berupa gugus asam maupun basa. Penentuan letak gugus aktif ini sangat rumit, namun konsep sederhana yang dapat dilakukan adalah dengan menghubungkan sifat permukaan dengan adanya ikatan terhadap asam maupun basa yang teradsorpsi (Yang, 2003).

Pengertian keasaman atau kebasaan permukaan padatan meliputi aspek kekuatan asam atau basa dan jumlah gugus asam atau basanya serta pusat asam atau basa dari berbagai macam padatan. Jumlah basa pada permukaan biasanya dinyatakan sebagai banyaknya senyawa asam yang dapat teradsorpsi dalam suatu berat sampel per satuan luas permukaan padatan, sementara itu jumlah asam pada permukaan berarti sebaliknya. Jumlah asam atau basa yang teradsorpsi secara kimia pada permukaan padatan menunjukkan banyaknya gugus aktif pada permukaan padatan (Trisunaryanti, 1986).

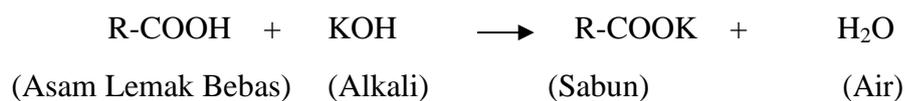
### **2.5.2 Katalis Basa**

Terdapat dua jenis katalis basa yang dapat digunakan dalam pembuatan biodiesel, yaitu katalis basa homogen dan katalis basa heterogen. Katalis basa homogen seperti NaOH (natrium hidroksida) dan KOH (kalium hidroksida) merupakan katalis yang paling umum digunakan dalam proses pembuatan biodiesel karena dapat digunakan pada temperatur dan tekanan operasi yang relatif rendah serta memiliki kemampuan katalisator yang tinggi. Akan tetapi, katalis basa homogen sangat sulit dipisahkan dari campuran reaksi

sehingga tidak dapat digunakan kembali dan pada akhirnya akan ikut terbuang sebagai limbah yang dapat mencemarkan lingkungan.

Di sisi lain, katalis basa heterogen seperti CaO, meskipun memiliki kemampuan katalisator yang sedikit lebih rendah dibandingkan dengan katalis basa homogen, dapat menjadi alternatif yang baik dalam proses pembuatan pengoperasian peralatan pemisahan yang mahal serta meminimasi persoalan limbah yang dapat berdampak negatif terhadap lingkungan.

Meskipun katalis basa memiliki kemampuan katalisator yang tinggi serta harganya yang relatif lebih murah dibandingkan dengan katalis asam, untuk mendapatkan performa proses yang baik, penggunaan katalis basa dalam reaksi transesterifikasi memiliki beberapa persyaratan penting, diantaranya alkohol yang digunakan harus dalam keadaan anhidrous dengan kandungan air < 0.1 - 0.5 %-berat serta minyak yang digunakan harus memiliki kandungan asam lemak bebas < 0.5% (Loterio et al., 2005). Keberadaan air dalam reaksi transesterifikasi sangat penting untuk diperhatikan karena dengan adanya air, alkil ester yang terbentuk akan terhidrolisis menjadi asam lemak bebas. Lebih lanjut, kehadiran asam lemak bebas dalam sistem reaksi dapat menyebabkan reaksi penyabunan yang sangat mengganggu dalam proses pembuatan biodiesel.

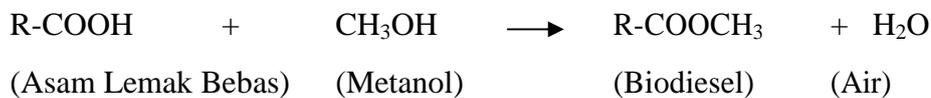


Akibat reaksi samping ini, katalis basa harus terus ditambahkan karena sebagian katalis basa akan habis bereaksi membentuk produk samping berupa sabun. Kehadiran sabun dapat menyebabkan meningkatnya pembentukan gel dan viskositas pada produk

biodiesel serta menjadi penghambat dalam pemisahan produk biodiesel dari campuran reaksi karena menyebabkan terjadinya pembentukan emulsi. Hal ini secara signifikan akan menurunkan keekonomisan proses pembuatan biodiesel dengan menggunakan katalis basa.

### 2.5.3 Katalis Asam

Alternatif lain yang dapat digunakan untuk pembuatan biodiesel adalah dengan menggunakan katalis asam. Katalis asam umumnya digunakan dalam proses *pretreatment* terhadap bahan baku minyak tumbuhan yang memiliki kandungan asam lemak bebas yang tinggi namun sangat jarang digunakan dalam proses utama pembuatan biodiesel. Selain dapat mengkatalisis reaksi transesterifikasi minyak tumbuhan menjadi biodiesel, katalis asam juga dapat mengkatalisis reaksi esterifikasi asam lemak bebas yang terkandung di dalam minyak menjadi biodiesel mengikuti reaksi berikut ini:



Katalis asam homogen seperti asam sulfat, bersifat sangat korosif, sulit dipisahkan dari produk dan dapat ikut terbuang dalam pencucian sehingga tidak dapat digunakan kembali sekaligus dapat menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan. Katalis asam heterogen seperti Nafion, meskipun tidak sekorosif katalis asam homogen dan dapat dipisahkan untuk digunakan kembali, cenderung sangat mahal dan memiliki kemampuan katalisis yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan katalis basa.

### 2.5.4 Katalis CaO dari Bahan Dasar Cangkang Kepiting

Katalis basa heterogen CaO dapat dibuat melalui proses kalsinasi CaCO<sub>3</sub>. Salah satu sumber CaCO<sub>3</sub> yang mudah diperoleh disekitar kita adalah cangkang kepiting. Cangkang kepiting memiliki kandungan kitin 13-15 %, Protein 30-35 %, dan mineral 50 %. Mineral yang paling banyak berupa CaCO<sub>3</sub> 77 % dan sebagian kecil Mg, silika, anhidrat fosfik dan lain-lain sebesar 23 % (Hackman dan Foster dalam Suhardi, 1993).

### 2.5.5 Katalis dalam Pembuatan Biodiesel

Dalam reaksi pembuatan biodiesel diperlukan katalis karena reaksi cenderung berjalan lambat. Katalis berfungsi menurunkan energi aktivasi reaksi sehingga reaksi dapat berlangsung lebih cepat. Katalis yang digunakan dalam pembuatan biodiesel dapat berupa katalis basa maupun katalis asam. Dengan

katalis basa reaksi berlangsung pada suhu kamar sedangkan dengan katalis asam reaksi baru berjalan baik pada suhu sekitar 100°C. Bila tanpa katalis, reaksi membutuhkan suhu minimal 250°C (Kirk & Othmer, 1980).

## 2.6 Biodiesel

Biodiesel adalah bahan bakar mesin diesel yang terbuat dari sumberdaya hayati yang berupa minyak lemak nabati atau lemak hewani. Biodiesel dapat dibuat dari reaksi transesterifikasi asam lemak. Asam lemak dari minyak lemak nabati direaksikan dengan alkohol menghasilkan ester dan produk samping berupa gliserin yang juga bernilai ekonomis cukup tinggi. Biodiesel telah banyak digunakan sebagai bahan bakar pengganti solar.

## 2.7 X-Ray Diffraction (XRD)

Difraksi sinar-X pertama kali ditemukan oleh Max von Laue tahun 1913 dan pengembangannya oleh Bragg, merupakan salah satu metode baku yang penting untuk mengkarakterisasi material. Sejak saat itu sampai sekarang metode difraksi sinar-X digunakan untuk mendapatkan informasi struktur kristal material logam maupun paduan, mineral, senyawa *inorganic*, polimer, material organik, superkonduktor (Suharyana, 2012), orientasi kristal, jenis kristal, ukuran butir, konstanta kisi dan lain-lain. Pada perusahaan semen dan perusahaan-perusahaan besar lain, XRD digunakan sebagai alat uji jaminan mutu suatu bahan.

### 2.7.1 Tujuan

Karakterisasi XRD bertujuan untuk menentukan sistem kristal. Metode difraksi sinar-X dapat menerangkan parameter kisi, jenis struktur, susunan atom yang berbeda pada kristal, adanya ketidaksempurnaan pada kristal, orientasi, butir-butir dan ukuran butir (Smallman, 1991).

### 2.7.2 Manfaat

Manfaat dari penyusunan makalah ini adalah sebagai berikut :

1. Dapat memenuhi tugas mata kuliah fabrikasi
2. Dapat menambah wawasan dan pengetahuan mengenai prinsip kerja *X-Ray Diffraction*
3. Sebagai referensi dan dapat membantu mahasiswa lain dalam memahami teori *X-Ray Diffraction*.

### 2.7.3 Prinsip Kerja XRD

Komponen utama XRD yaitu terdiri dari tabung katoda (tempat terbentuknya sinar-X), sampel holder dan detektor. Pada XRD yang berada di lab Teknik Kimia ini menggunakan komponen lain berupa cooler yang digunakan untuk mendinginkan, karena ketika proses pembentukan sinar-X dikeluarkan energi yang tinggi dan menghasilkan panas. Kemudian seperangkat komputer dan CPU.

XRD memberikan data-data difraksi dan kuantisasi intensitas difraksi pada sudut-sudut dari suatu bahan. Data yang diperoleh dari XRD berupa intensitas difraksi sinar-X yang terdifraksi dan sudut-sudut  $2\theta$ . Tiap pol yang muncul pada pola XRD mewakili satu bidang kristal yang memiliki orientasi tertentu. (Widyawati, 2012).

Suatu kristal yang dikenai oleh sinar-X tersebut berupa material (sampel), sehingga intensitas sinar yang ditransmisikan akan lebih rendah dari intensitas sinar datang. Berkas sinar-X yang dihamburkan ada yang saling menghilangkan (interferensi destruktif) dan ada juga yang saling menguatkan (interferensi konstruktif). Suatu material jika dikenai sinar-X maka intensitas sinar yang ditransmisikan akan lebih rendah dari intensitas sinar datang, hal ini disebabkan adanya penyerapan oleh material dan juga penghamburan oleh atom-atom dalam material tersebut. Berkas sinar-X yang dihamburkan ada yang saling menghilangkan karena fasenya berbeda dan ada juga yang saling menguatkan karena fasenya yang sama. Berkas sinar-X yang menguatkan (interferensi konstruktif) dari gelombang yang terhambur merupakan peristiwa difraksi. Sinar-X yang mengenai bidang kristal akan terhambur ke segala arah, agar terjadi interferensi konstruktif antara sinar yang terhambur dan beda jarak lintasnya maka harus memenuhi pola  $n$  (Taqiyah, 2012).

## 2.8 Studi yang pernah dilakukan pada Pembuatan Katalis CaO

Penelitian ini menelusuri data aktivitas dari regenerasi katalis CaO (berasal dari cangkang) pada sintesis biodiesel dapat di lihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Studi yang pernah dilakukan pada Pembuatan Katalis CaO

No	Peneliti	Tahun	Judul	Hasil
1.	Aprilia Hapsari Suryandari Nurhayati2 Ariful Amri	2009	Pembuatan Biodiesel Menggunakan Katalis Basa Heterogen Berbahan Dasar Kulit Telur.	CaO dapat bereaksi dengan uap air di udara membentuk $\text{Ca(OH)}_2$ . Oleh karena itu, penyimpanan katalis CaO hasil kalsinasi harus di tempat yang tertutup rapat atau disimpan di dalam eksikator.
2.	Mahreni Endang Sulistyawati	2011	Pemanfaatan kulit telur sebagai katalis biodisel dari minyak sawit dan metanol.	Suhu kalsinasi terbaik di antara 700-900oC dan setelah digunakan sebagai katalis menghasilkan ester >90% pada suhu 600C selama 1 jam.
3.	Herry Santoso Ivan Kristianto Aris Setyadi	20013	Regenerasi katalis CaO dari cangkang kerang darah ( <i>Anadara granosa</i> ) kalsinasi 800°C pada produksi biodiesel.	Katalis heterogen tersebut dapat digunakan kembali untuk tiga siklus reaksi dengan tanpa banyak penurunan aktivitas. Sehingga dapat dimanfaatkan untuk menekan biaya produksi biodiesel.
4.	Ardi Al-Maqassry Kamrul Ahadi Siti Budarti	2014	Sintesis biodisel menggunakan katalis CaO cangkang kerang darah: optimalisasi temperatur reaksi dan kalsinasi katalis	Hasil optimum biodisel sebesar 71,58% diperoleh pada rasio mol minyak : metanol 1:6, temperatur reaksi $60 \pm 2$ °C selama 3 jam katalis kalsinasi 900 °C

---

5.	Wijianto Tirnojo Ikhsan R Atik Setyani	2015	Pengembangan katalis basa heterogen berbahan dasar limbah tulang ayam untuk sintesis biodiesel.	Katalis CaO dapat dihasilkan dari limbah tulang ayam melalui proses kalsinasi
6.	Haryona Delvita Djusmaini Djamas Ramli	2015	Pengaruh variasi temperatur kalsinasi terhadap karakteristik kalsium karbonat dalam cangkang keong sawah ( <i>Pila ampullacea</i> ) yang terdapat di kabupaten pasaman	Temperatur kalsinasi mempengaruhi perubahan struktur kalsium karbonat yang terkandung pada cangkang keong sawah tersebut. Perubahan struktur yang terjadi yaitu dari struktur Orthorombik ke struktur Hexagonal.
7.	Aldes Lesbani Sabat Okta Ceria Risfidian Mohadi Nurlisa Hidayati	2016	Characterization and Utilization of Calcium Oxide (CaO) Thermally Decomposed from Fish Bones as a Catalyst in the Production of Biodiesel from Waste Cooking Oil	These results can be used as basic references for the preparation of calcium oxide from various animal shells, which include the fish bones we use in this research. We found that the appropriate temperature for the decomposition of our fish bones is 1000 °C
8.	Arie Yufitasari	2015	Pemanfaatan limbah tulang ayam sebagai katalis heterogen dan aplikasinya dalam transesterifikasi minyak jelantah	

---

---

9.	Muhammad Nazar Syahrial Cut Lina Keumala	2013	Pembuatan CaO dari cangkang telur sebagai katalis untuk konversi minyak kelapa menjadi biodiesel	Katalis CaO dapat dihasilkan dari cangkang telur melalui proses kalsinasi
10.	Wendi Valentinoh Cuaca Taslim	2016	Pengaruh suhu reaksi dan jumlah katalis pada pembuatan biodiesel dari limbah lemak sapi dengan menggunakan katalis heterogen CaO dari kulit telur ayam	Biodiesel dari lemak sapi dengan menggunakan katalis heterogen CaO dari kulit telur ayam memiliki keunggulan dalam hal suhu reaksi, jumlah katalis, waktu reaksi, dan rasio mol alkohol / minyak.
11.	Nurhayati Akmal Mukhtar Abdul Gapur	2014	Transesterifikasi crude palm oil (CPO) menggunakan katalis heterogen CaO dari cangkang kerang darah ( <i>Anadara Granosa</i> ) kalsinasi 900°C	Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa rendemen biodiesel optimum dari 100 g CPO sebesar 84,89% diperoleh dengan kondisi reaksi sebagai berikut: berat katalis CaO 4% (b/b).
12.	Susila Arita Adelia Sartika A Deasy Puspita Sari	2014	Pembuatan katalis heterogen dari Cangkang kerang darah dan diaplikasikan pada Reaksi transesterifikasi Dari crude palm oil	Semakin tinggi suhu kalsinasi maka dekomposisi cangkang kerang darah menjadi CaO semakin baik, suhu kalsinasi terbaik cangkang kerang darah menjadi katalis CaO adalah 1000°C.

---



