

***LITERATURE REVIEW : PENGARUH SUHU KALSINASI
TERHADAP SINTESIS KATALIS HETEROGEN CaO DARI
CANGKANG TELUR***

SKRIPSI

Diajukan Oleh:

**ANITA ZAHARA
NIM. 160704009
Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Kimia**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY
BANDA ACEH
2021 M / 1442 H**

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

**LITERATUR REVIEW : PENGARUH SUHU KALSINASI TERHADAP
SINTESIS KATALIS HETEROGEN CaO DARI CANGKANG TELUR**

SKRIPSI/TUGAS AKHIR

**Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh
Sebagai Beban Studi Memperoleh Gelar Sarjana (S-1) dalam Ilmu Kimia**

Oleh

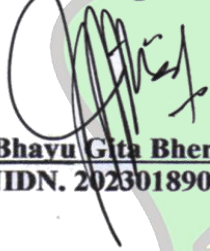
ANITA ZAHARA

NIM. 160704009

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi
Program Studi Kimia**

Disetujui oleh

Pembimbing I,



(Bhayu Gita Bhernama, M.Si)
NIDN. 2023018901

Pembimbing II,



(Muhammad Ridwan Harahap, M.Si)
NIDN. 2027118603

Mengetahui:

Ketua Program Studi Kimia,



(Khairun Nisah, M.Si)
NIDN. 2016027902

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI SKRIPSI/TUGAS AKHIR

**LITERATURE REVIEW : PENGARUH SUHU KALSINASI TERHADAP
SINTESIS KATALIS HETEROGEN CaO DARI CANGKANG TELUR**

SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Telah diuji oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi/Tugas Akhir
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan dinyatakan Lulus
Serta diterima sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)
dalam Ilmu Kimia

Pada Hari/Tanggal : Rabu, 28 Juli 2021
18 Dzulhijjah 1442 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi,

Ketua,


(Bhayu Gita Bhernama, M.Si)
NIDN. 2023018901

Sekretaris,


(Muhammad Ridwan Harahap, M.Si)
NIDN. 2027118603

Penguji I,


(Muammar Yulian, M.Si)
NIDN. 2030118401

Penguji II,


(Febrina Arfi, M.Si)
NIDN. 2021028601

Mengetahui:

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh




(Dr. Azhar Amsal, M. Pd)
NIDN. 2001066802

LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Anita Zahara

NIM : 160704009

Program Studi : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi (FST)

Judul Skripsi : *Literature Review* : Pengaruh Suhu Kalsinasi Terhadap Sintesis Katalis Heterogen Cao dari Cangkang Telur

Dengan ini menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya :

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggungjawabkan;
2. Tidak melakukan plagiasi karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya;
3. Tidak memanipulasi dan memalsukan data;
4. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

Bila ini dikemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat dipertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 19 Juli 2021

Yang menyatakan,



Anita Zahara
(Anita Zahara)

ABSTRAK

Nama : Anita Zahara
NIM : 160704009
Program Studi : Kimia Fakultas Sains dan Teknologi (FST)
Judul : *Literature Review* : Pengaruh Suhu Kalsinasi terhadap Sintesis Katalis Heterogen CaO dari Cangkang Telur
Tebal Skripsi : 40 Halaman
Pembimbing I : Bhayu Gita Bhernama, M.Si
Pembimbing II : Muhammad Ridwan Harahao, M.Si
Kata Kunci : Katalis Heterogen, CaO, Cangkang Telur, Kalsinasi.

Katalis CaO merupakan katalis heterogen dan bersifat basa. Katalis heterogen CaO dapat dibuat melalui proses kalsinasi. Berdasarkan kajian kepustakaan (*library research*), penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu kalsinasi terhadap sintesis katalis heterogen CaO dari cangkang telur dengan karakterisasi menggunakan metode *X-Ray Diffraction* (XRD), *Scanning Electron Microscope* (SEM), dan *Fourier Transform Infrared Radiation* (FTIR). Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah literature review yang berisi ulasan, rangkuman hasil pemikiran penulis dengan menelaah dan menelusuri literatur yang berkenaan dengan rumusan masalah. Pencarian literatur dilakukan menggunakan *database* seperti *Google scholar*, *Science direct*, ISSN ataupun jurnal nasional lainnya dengan menggunakan kata kunci yaitu : Katalis Heterogen, CaO, Cangkang Telur, Kalsinasi. Jurnal-jurnal yang sesuai dengan judul kemudian dianalisis. Hasil dari penelitian ini menurut Enggawati dan Edianti (2013) pola XRD muncul pada sampel dengan suhu 800°C di $2\theta = 32,26^\circ, 37,41^\circ, 53,90^\circ, 64,20^\circ, 67,43^\circ, 79,71^\circ, 88,57^\circ$. Menurut Yusuf, Adeniyi, Olutoye, dan Akpan (2018) hasil analisis SEM pada sampel dengan suhu 1000°C menunjukkan partikel besar terurai menjadi partikel yang lebih kecil dengan luas permukaan yang tinggi dan rongga besar. Dan menurut Abdillah dan Hulupi (2020) dalam analisis FTIR pada sampel dengan suhu 1000°C terbentuknya puncak baru pada gelombang 3640 cm^{-1} dan adanya ikatan Ca-O ($\text{Ca}(\text{OH})_2$). Dari hasil tersebut menunjukkan bahwa suhu kalsinasi terbaik dari katalis heterogen CaO adalah pada suhu diatas 800°C. Kesimpulan dari penelitian ini yaitu adanya struktur kristal dalam komponen CaO, luas permukaan tinggi dan rongga yang besar, dan adanya mineral karbonat dalam katalis yang telah dikalsinasi pada suhu diatas 800°C.

ABSTRACT

Name : Anita Zahara
NIM : 160704009
Major : Chemistry, Faculty of Science and Technology (FST)
Title : *Literature Review* : Effect of Calcination Temperature on the Synthesis of Heterogeneous CaO Catalyst from Eggshell
Thesis Thickness : 40 Pages
Advisor I : Bhayu Gita Bhernama, M.Si
Advisor II : Muhammad Ridwan Harahao, M.Si
Keywords : Heterogeneous Catalyst, CaO, Egg Shell, Calcination.

The CaO catalyst is a heterogeneous and basic catalyst. Heterogeneous catalysts of CaO can be prepared through a calcination process. Based on library research, this study aims to determine the effect of calcination temperature on the synthesis of heterogeneous CaO catalysts from eggshells by characterization using *X-Ray Diffraction* (XRD), *Scanning Electron Microscope* (SEM), and *Fourier Transform Infrared Radiation* (FTIR) methods. The method used in this study is a literature review which contains a review, a summary of the author's thoughts by reviewing and tracing the literature relating to the formulation of the problem. Literature searches were carried out using databases such as *Google scholar*, *Science direct*, ISSN or other national journals using keywords, namely: Heterogeneous Catalyst, CaO, Egg Shell, Calcination. The journals that match the title are then analyzed. The results of this study according to Enggawati and Ediati (2013) XRD patterns appear in samples with a temperature of 800°C at $2\theta = 32.26^\circ, 37.41^\circ, 53.90^\circ, 64.20^\circ, 67.43^\circ, 79.71^\circ, 88.57^\circ$. According to Yusuf, Adeniyi, Olutoye, and Akpan (2018) the results of SEM analysis on samples with a temperature of 1000°C show that large particles break down into smaller particles with high surface area and large cavities. And according to Abdillah and Hulupi (2020) in the FTIR analysis on samples with a temperature of 1000°C the formation of new peaks at 3640 cm^{-1} waves and the presence of Ca-O (Ca(OH)_2) bonds. These results indicate that the best calcination temperature for heterogeneous CaO catalysts is at temperatures above 800°C. The conclusion of this research is the presence of a crystal structure in the CaO component, high surface area and large voids, and the presence of carbonate minerals in the catalyst that has been calcined at temperatures above 800°C.

KATA PENGANTAR



Puji syukur kehadiran Allah SWT. yang telah melimpahkan rahmat, hidayah dan inayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tulisan ini. Tak lupa pula kami kirimkan shalawat serta salam kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW. beserta keluarganya, para sahabatnya, dan seluruh ummatnya yang senantiasa istiqomah hingga akhir zaman.

Dalam kesempatan ini penulis mengambil judul skripsi “**Literature Review : Pengaruh Suhu Kalsinasi terhadap Sintesis Katalis Heterogen CaO dari Cangkang Telur**”. Tulisan ini bertujuan untuk melengkapi tugas-tugas dan memenuhi syarat-syarat untuk menyelesaikan pendidikan pada Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh. Penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Azhar Amsal, S.Pd., M.Pd selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
2. Ibu Khairun Nisah, M.Si selaku Ketua Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
3. Ibu Bhayu Gita Bhernama, M.Si selaku Dosen Pembimbing I.
4. Bapak Muhammad Ridwan Harahap, M.Si selaku Dosen Pembimbing II serta Sekretaris Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
5. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
6. Seluruh kawan-kawan mahasiswa/i Program Studi Kimia yang telah mensupport dalam menyelesaikan tulisan ini.
7. Seluruh sahabat-sahabat yang telah banyak membantu dan memberikan masukan dalam menyelesaikan tulisan ini.
8. Terkhusus untuk orangtua serta keluarga tercinta yang telah memberikan dukungan baik secara moral maupun materi dalam menyelesaikan tulisan ini.

Perlu disadari bahwa dengan segala keterbatasan, tulisan ini masih jauh dari sempurna, sehingga masukan dan kritikan sangat penulis harapkan demi sempurnanya tulisan ini.

Banda Aceh, 15 Juli 2021

Penulis,

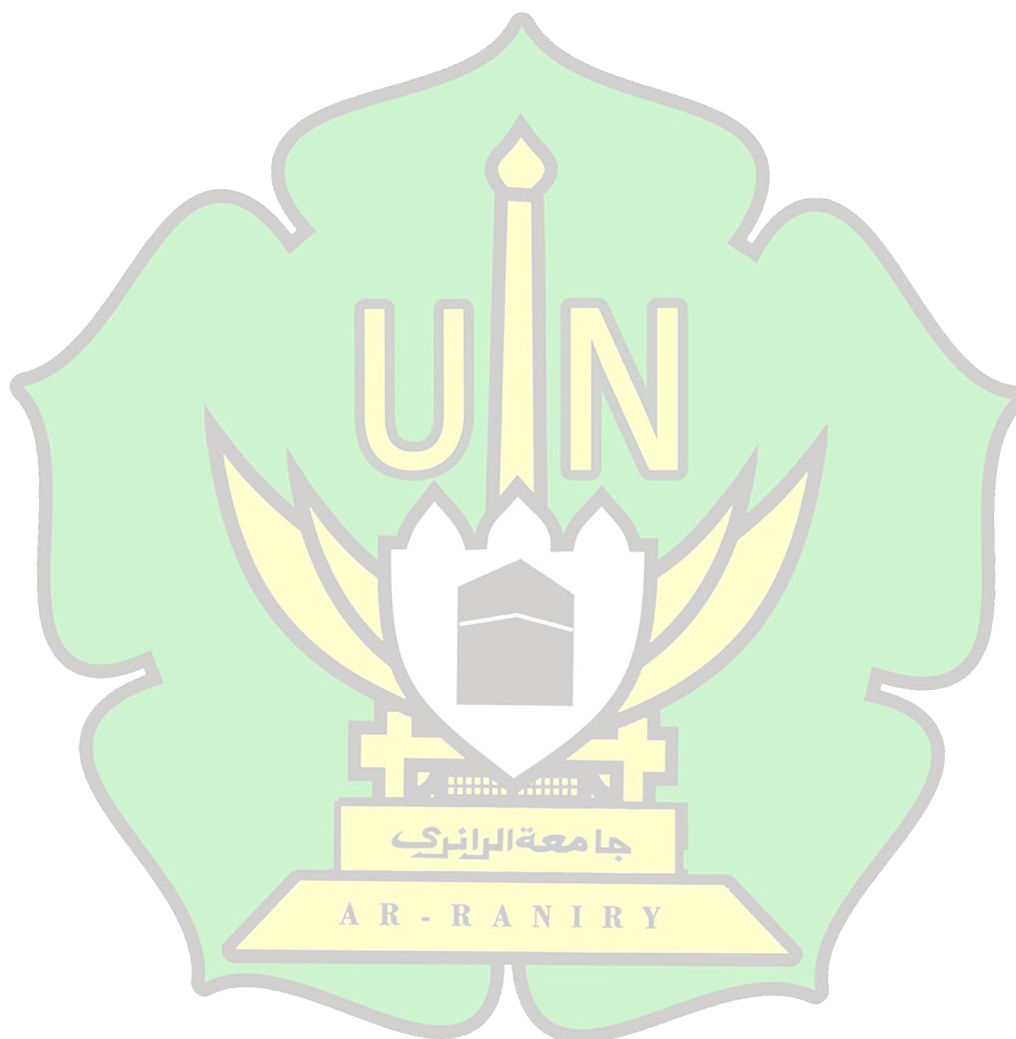
Anita Zahara



DAFTAR ISI

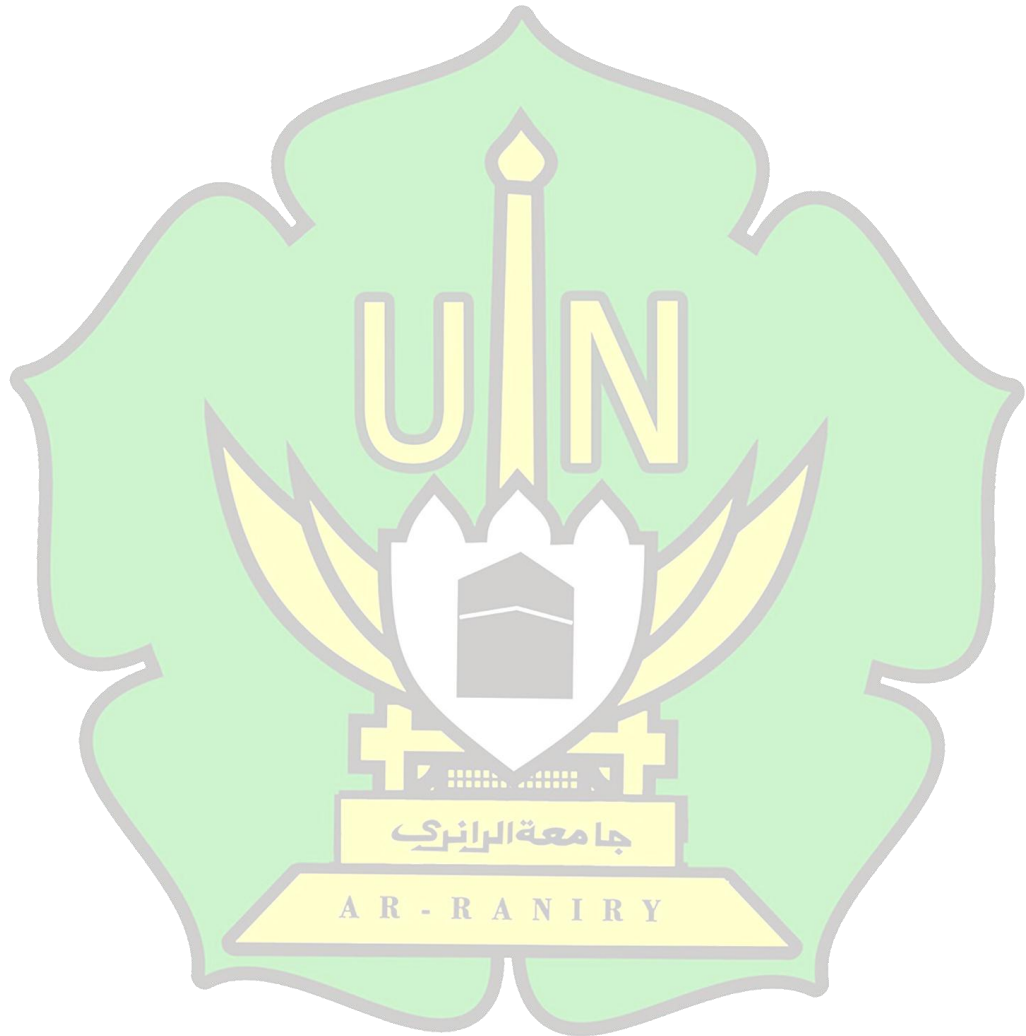
LEMBAR PERSETUJUAN	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
 BAB I PENDAHULUAN	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian	2
1.4 Manfaat Penelitian	3
1.5 Batasan Masalah	3
 BAB II LANDASAN TEORITIS	 4
2.1 Katalis	4
2.2 Katalis Heterogen	5
2.3 Cangkang Telur	6
2.4 Kalsinasi	6
2.5 Instrument Penelitian	7
2.5.1 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	7
2.5.2 <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	8
2.5.3 <i>Fourier Transform Infrared Radiation</i> (FTIR)	9
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN	 11
3.1 Waktu Penelitian	11
3.2 Metode Penelitian	11
3.2.1 Strategi Pencarian Literature	11
3.2.2 Sintesis Data	12
3.2.3 Penelusuran Jurnal	12
 BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	 13
4.1 Hasil Penelitian	13
4.2 Pembahasan	18
4.2.1 Katalis	18
4.2.2 Pengaruh Suhu Kalsinasi	18
4.2.3 <i>X-Ray Diffraction</i> (XRD)	19
4.2.1 <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM)	21

4.2.2 <i>Fourier Transform Infrared Radiation (FTIR)</i>	21
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN PEMBAHASAN	23
5.1 Kesimpulan	23
5.2 Saran	23
DAFTAR KEPUSTAKAAN	24



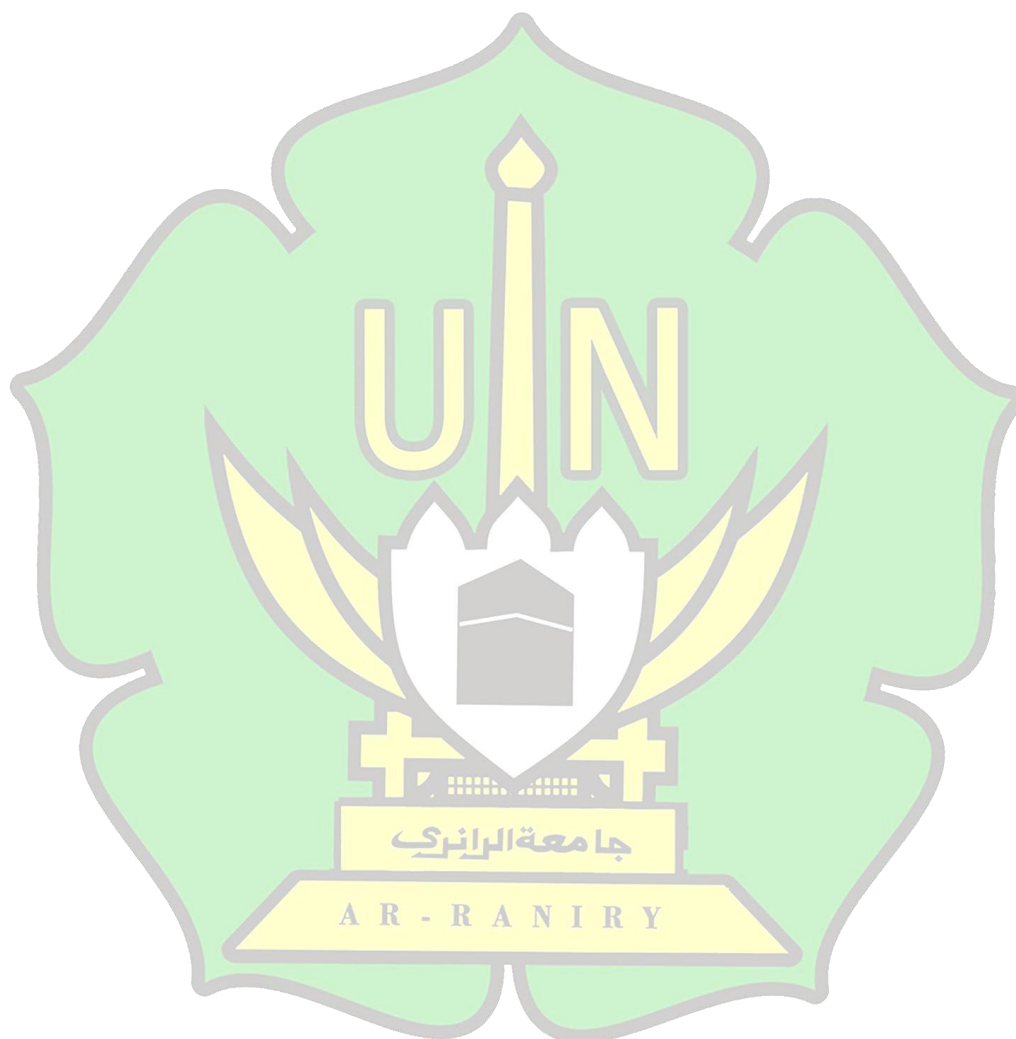
DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Cangkang Telur	6
Tabel 3.1 Kriteria Inklusi Penelitian	11
Tabel 4.1 Kajian Literasi Hasil Penelitian	13



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir <i>Review Jurnal</i>	12
--	----



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Katalis heterogen merupakan katalis yang ramah lingkungan, murah, mudah dipisahkan, non korosif dan potensial bila digunakan berkali-kali. Katalis heterogen juga dapat meningkatkan kemurnian hasil reaksi (Zuhra, Husin, dan Rinaldi, 2015). Menurut Mohamed, Bensaheb, Bano, Behl, dan Jarrar (2015) katalis heterogen memiliki aktivitas katalis yang lebih tinggi, contohnya seperti kalsium metoksida yang memiliki waktu pakai panjang serta dapat mempertahankan keaktifannya meskipun telah digunakan berulang kali. Secara umum, katalis yang baik harus memenuhi beberapa syarat yaitu dapat menjadi katalis pada reaksi transesterifikasi dan esterifikasi, tidak terdeaktivasi oleh air, stabil, aktif pada suhu rendah, serta memiliki selektivitas yang tinggi. Menurut Refaat (2011) efisiensi katalis bergantung pada beberapa faktor, yaitu luas permukaan spesifik, ukuran pori, volume pori, dan konsentrasi sisi aktif.

Beberapa katalis heterogen yang sering digunakan adalah MgO, CaO, dan *hydrotalcites*. Pada umumnya, bahan baku untuk menghasilkan CaO diantaranya $\text{Ca}(\text{NO}_3)_2$, $\text{Ca}(\text{OH})_2$, dan CaCO_3 . Selain itu, ada beberapa sumber kalsium alami yang didapat dari limbah dan dapat dimanfaatkan, seperti cangkang telur, cangkang kepiting, cangkang moluska, dan tulang (Darwis, Afrizal, dan Sriutami, 2012). Saat ini, sumber baku seperti cangkang telur tersedia cukup banyak namun hanya dibuang dan belum dimanfaatkan. Oleh karena itu, memanfaatkan cangkang telur sebagai katalis merupakan usaha yang cukup relevan untuk mengurangi dampak negatif pada lingkungan (Miskah, Anugrah, dan Gunadi, 2016).

Komponen utama dari cangkang telur adalah kalsium karbonat (CaCO_3). Dimana kalsium karbonat (CaCO_3) akan didekomposisi menjadi kalsium oksida (CaO) dan karbon dioksida (CO_2) pada suhu tinggi melalui proses kalsinasi (Taslim, 2016). Proses kalsinasi dapat dilakukan dalam sebuah furnace yang dapat dikontrol suhunya. Proses kalsinasi dapat dilakukan tanpa atau dengan pengaliran udara (Istadi, 2011).

Berdasarkan hasil penelitian Mahreni dan Sulistyawati (2011) tentang pemanfaatan kulit telur sebagai katalis biodiesel dari minyak sawit dan metanol.

Dalam penelitian tersebut kulit telur dikalsinasi didalam furnace dengan suhu 700-900°C untuk menghasilkan katalis CaO. Struktur CaO yang dihasilkan dianalisis menggunakan *X-Ray Diffraction* (XRD) pada sudut 2θ (5-30)°. Hasil suhu kalsinasi terbaik dari katalis CaO adalah pada suhu 900°C dengan hasil analisis XRD yang membuktikan bahwa komponen CaO mempunyai struktur kristal. Selain itu dalam penelitian yang telah dilakukan oleh Oko dan Syahrir (2018) tentang sintesis biodiesel dari minyak sawit menggunakan katalis CaO superbasa dari pemanfaatan limbah cangkang telur ayam. Katalis CaO dari cangkang telur ayam dibuat melalui proses kalsinasi CaCO_3 menjadi CaO pada suhu 950°C. Hasil analisis katalis CaO menunjukkan katalis CaO dari cangkang telur memiliki derajat kristalinitas sebesar 96,4% dan kadar CaO sebesar 92,66%. Dalam penelitian Oko dan syahrir (2017) tentang pengaruh penambahan ammonium karbonat pada pembuatan katalis CaO superbasa dari cangkang telur ayam. Didapatkan hasil penelitian dari proses kalsinasi pada suhu 900°C dan analisis XRD bahwa katalis CaO dari cangkang telur memiliki derajat kristalinitas sebesar 96,64% dan kadar CaO sebesar 96,85%. Dari penelitian tersebut disimpulkan bahwa semakin tinggi suhu kalsinasi maka dekomposisi cangkang telur menjadi CaO semakin baik dan katalis CaO dari cangkang telur mempunyai aktivitas katalitik yang tinggi yang mana dapat digunakan sebagai katalis.

Berdasarkan uraian diatas penulis tertarik untuk melakukan tinjauan literasi terhadap sintesis katalis heterogen dari cangkang telur. Dimana penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu kalsinasi terhadap sintesis katalis heterogen CaO dari cangkang telur.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh suhu kalsinasi terhadap sintesis katalis heterogen CaO dari cangkang telur yang dikarakterisasi menggunakan metode *X-Ray Diffraction* (XRD), *Scanning Electron Microscope* (SEM), dan *Fourier Transform Infrared Radiation* (FTIR) ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh suhu kalsinasi terhadap sintesis katalis heterogen CaO dari cangkang telur dengan

karakterisasi menggunakan metode *X-Ray Diffraction* (XRD), *Scanning Electron Microscope* (SEM), dan *Fourier Transform Infrared Radiation* (FTIR).

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi tentang pengaruh suhu kalsinasi terhadap sintesis katalis heterogen CaO dari cangkang telur yang dikarakterisasi menggunakan metode *X-Ray Diffraction* (XRD), *Scanning Electron Microscope* (SEM), dan *Fourier Transform Infrared Radiation* (FTIR).

1.5 Batasan Masalah

Variabel yang dibahas adalah :

1. Pengaruh suhu kalsinasi terhadap sintesis katalis heterogen CaO dari cangkang kulit telur.
2. Karakterisasi katalis menggunakan metode *X-Ray Diffraction* (XRD), *Scanning Electron Microscope* (SEM), dan *Fourier Transform Infrared Radiation* (FTIR).



BAB II

LANDASAN TEORITIS

2.1 Katalis

Katalis adalah suatu zat yang mempengaruhi laju reaksi pada suhu tertentu, tanpa ikut mengalami atau terpakai oleh reaksi itu sendiri. Dengan adanya katalis, reaksi yang mungkin terjadi dapat berlangsung lebih cepat yang dipicu terhadap pereaksinya. Katalis menyiapkan suatu jalur pilihan dengan energi aktivasi yang lebih rendah dan untuk berlangsungnya suatu reaksi perlu pengurangan energi (Hartaty, 2018).

Dengan adanya katalis, energi aktivasi suatu reaksi dapat diturunkan sehingga laju reaksi dapat ditingkatkan. Katalis bekerja dengan cara mengaktifkan pereaksi sebagai kompleks teraktifkan sehingga akan lebih mudah untuk bereaksi dengan reaktan yang lain. Energi aktivasi merupakan energi minimum yang dibutuhkan oleh campuran reaktan untuk menghasilkan suatu produk. Katalis bersifat spesifik dalam mempercepat laju reaksi. Artinya suatu katalis hanya dapat mempercepat reaksi pada reaksi tertentu saja, tidak pada semua reaksi kimia. Terdapat beberapa faktor yang dapat mempengaruhi suatu katalis dalam mempercepat laju reaksi, antara lain sifat fisika dan kimia katalis (seperti suhu, tekanan, laju alir, waktu kontak), dan jenis padatan tambahan yang digunakan. Katalis yang disintesis dengan cara yang berbeda akan menghasilkan aktivitas dan selektivitas yang berbeda (Firdaus, Wicaksono, dan Widayat, 2013).

Dalam suatu proses, kemampuan suatu katalis biasanya dilihat dari aktivitas dan selektivitasnya. Aktivitas biasanya dinyatakan dalam persentase konversi atau jumlah produk yang dihasilkan dari jumlah reaktan yang digunakan dalam satuan waktu tertentu. Sedangkan selektivitas adalah ukuran katalis dalam mempercepat laju reaksi pada pembentukan suatu produk tertentu. Katalis dengan selektivitas yang tinggi sangat diperlukan pada proses reaksi yang memiliki produk lebih dari satu atau proses yang memiliki reaksi samping. Oleh karena itu, sangat diperlukan katalis yang bersifat selektif agar dapat diperoleh produk yang diinginkan dengan jumlah maksimal dan produk samping seminimal mungkin (Nadiyah, 2018).

2.2 Katalis Heterogen

Katalis heterogen adalah katalis yang berbeda fasa reaktan dan produk reaksinya. Katalis heterogen berada pada fasa sedangkan reaktan berada pada fasa cair. Katalis heterogen kurang reaktif karena disebabkan oleh heterogenitas permukaannya. Heterogenitas permukaan ini menyebabkan katalis heterogen menjadi kurang efektif jika dibandingkan dengan katalis homogen. Walaupun demikian, katalis heterogen tetap digunakan dalam industri karena memiliki kelebihan, yaitu mudah dipisahkan dari sistem reaksinya dan relatif stabil terhadap perlakuan panas sehingga reaksi dan regenerasi katalis dapat dilakukan pada suhu tinggi (Basumatry, 2013). Selain itu, pada umumnya katalis heterogen memiliki harga yang reaktif lebih murah daripada katalis homogen dan secara lingkungan, katalis heterogen lebih ramah lingkungan daripada katalis homogen (Arita, Attaso, dan Septian, 2013).

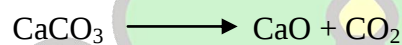
Dalam sistem katalis heterogen ada beberapa poin yang harus diketahui dari katalis, yaitu seperti kemampuan difusi, absorpsi, dan adsorpsi untuk menentukan kecepatan reaksi. Pada katalis heterogen, awalnya reaktan akan teradsorpsi pada permukaan aktif katalis. Lalu akan terjadi interaksi baik berupa reaksi pada permukaan katalis atau pada saat terjadi pelemahan molekul yang teradsorpsi. Setelah reaksi terjadi, produk dilepas dari permukaan katalis. Oleh karena itu, katalis yang baik harus memiliki kemampuan mengadsorpsi dan mendesorpsi yang baik. Sistem katalisis heterogen paling banyak digunakan dalam bidang industri, hal ini disebabkan oleh sistem katalisis heterogen yang mempunyai beberapa keuntungan, yaitu :

- a. Selektivitas terhadap produk yang diinginkan dapat diperoleh dari sifat selektivitas bentuknya.
- b. Aktivitas dari inti aktif dapat diubah melalui struktur padatnya.
- c. Komposisi permukaan dapat digunakan untuk meminimalisasi atau meningkatkan adsorpsi dari senyawa tertentu.
- d. Katalis dari produk dengan filtrasi mudah dipisahkan, artinya tidak memerlukan tahap yang panjang dan dapat digunakan kembali tanpa atau dengan regenerasi.

- e. Mengurangi atau menghilangkan limbah seperti garam yang biasa dihasilkan dari netralisasi katalis homogen (Endalew, Kiros, dan Zani, 2011).

2.3 Cangkang Telur

Cangkang telur merupakan biomassa yang baik untuk menghasilkan katalis kalsium oksida (CaO) secara alami. Komponen utama dari cangkang telur adalah kalsium karbonat (CaCO₃). Komponen kalsium karbonat (CaCO₃) akan didekomposisi menjadi kalsium karbonat (CaO) dan karbon dioksida (CO₂) pada suhu tinggi (Taslim, 2016). Sesuai dengan persamaan reaksi :



Kandungan CaCO₃ pada cangkang telur adalah 94% berat, dan sisanya adalah magnesium karbonat, kalsium fosfat, dan bahan organik. Berikut ini adalah komposisi dari cangkang telur (Mahreni dan Sulistyawati, 2011).

Tabel 2.1 Komposisi cangkang telur

Komponen	% berat
Kalsium karbonat	94
Magnesium karbonat	1
Kalsium fosfat	1
Bahan organik	4

2.4 Kalsinasi

Kalsinasi berasal dari bahas latin yaitu *calcinare* yang artinya membakar kapur. Proses kalsinasi yang paling umum adalah diaplikasikan untuk dekomposisi kalsium karbonat (CaCO₃) menjadi kalsium oksida (CaO) dan karbon dioksida (CO₂). Produk dari kalsinasi biasanya disebut “kalsin”, yaitu mineral yang telah mengalami proses pemanasan. Proses kalsinasi dilakukan dalam sebuah tungku atau reaktor yang juga disebut dengan kiln atau *calciners* yang memiliki beragam desain, seperti tungku poros, rotary kiln, tungku perapian ganda, dan reaktor *fluidized bed*. Umumnya proses kalsinasi dilakukan dibawah temperatur leleh (*melting point*) dari bahan produk. Untuk CaCO₃, proses kalsinasi umumnya dilakukan pada suhu antara 700 - 1000°C (Arita, Adelia, dan Sari, 2014).

Kalsinasi merupakan proses pemanasan suatu benda mencapai suhu tinggi, tetapi masih dibawah titik lebur. Dimana hal tersebut dilakukan untuk menghilangkan kandungan air, senyawa organik, serta karbon dioksida (CO_2). Proses aktivasi sampel menggunakan kalsinasi menyebabkan terjadinya pelepasan air sehingga luas permukaan pori-pori sampel bertambah serta meningkatkan kemampuan adsorpsi. Kalsinasi sampel dilakukan untuk meningkatkan sifat-sifat khusus sampel dengan cara menghilangkan unsur-unsur pengotor dan menguapkan air yang terperangkap didalam pori-pori sampel (Firdaus Wicaksono, dan Widayat, 2013).

2.5 Instrument Penelitian

2.5.1 X-Ray Diffraction (XRD)

X-Ray Diffraction (XRD) adalah metode analisis yang digunakan untuk mengetahui ciri utama dari kristal, seperti parameter kisi dan tipe struktur. Selain itu, XRD juga dapat dimanfaatkan untuk mengetahui rincian lain seperti susunan berbagai jenis atom dalam kristal, adanya cacat, orientasi dan cacat kristal. Sinar-X merupakan gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang ($\lambda \approx 0,1$ nm) yang lebih pendek jika dibandingkan dengan gelombang cahaya ($\lambda \approx 400 - 800$ nm) (Smallman, 2000). Panjang gelombang sinar-X ini merupakan dasar digunakan teknik difraksi sinar-X yang berfungsi untuk mengetahui struktur mikroskopis suatu bahan atau sampel.

Difraksi sinar-X berfungsi untuk mengidentifikasi struktur kristal suatu padatan dengan cara membandingkan nilai jarak d (bidang kristal) dan intensitas puncak difraksi dengan data standar. Sinar-X merupakan radiasi elektromagnetik dengan panjang gelombang 100 pm yang dihasilkan dari penembakan logam dengan elektron berenergi tinggi. Melalui analisis XRD, juga diketahui dimensi kisi (d = jarak antar kisi) dalam struktur mineral (Nadiyah, 2018).

Difraksi sinar-X dapat memberikan informasi tentang struktur sampel, termasuk keadaan amorf dan kristalin suatu sampel. Pola hamburan sinar-X juga dapat memberikan informasi tentang konfigurasi rantai dalam kristal, perkiraan ukuran kristal, dan perbandingan kristalin dengan amorf dalam sampel polimer. XRD juga dapat digunakan untuk mengukur berbagai keacakan dan

penyimpangan kristal, analisis material kristal, identifikasi mineral yang berbutir halus seperti tanah liat, dan penentuan dimensi sel satuan. Selain itu, XRD juga dapat digunakan untuk mendapatkan data kuantitatif tentang struktur kristal dengan teknik-teknik yang khusus (Callister, 2009).

Secara umum, prinsip kerja *X-Ray Diffraction* (XRD) adalah sebagai berikut :

- a. Generator tegangan tinggi berfungsi sebagai catu daya sumber sinar-X
- b. Sampel berbentuk pellet diletakkan diatas tatakan yang dapat diatur
- c. Berkas sinar-X didifraksikan oleh sampel dan difokuskan melewati celah kemudian masuk ke alat pencacah
- d. Intensitas difraksi sinar-X direkam dan ditampilkan dalam bentuk kurva terhadap jarak antar bidang.

2.5.2 *Scanning Electron Microscope* (SEM)

Scanning Electron Microscope (SEM) adalah salah satu alat analisis yang digunakan untuk mengetahui morfologi permukaan bahan atau sampel. Analisis bahan atau sampel menggunakan SEM dimanfaatkan untuk melihat struktur topografi permukaan, ukuran butiran, cacat struktural dan komposisi pencemaran suatu bahan atau sampel. Hasil yang diperoleh dari analisis ini dapat dilihat secara langsung pada hasil SEM yang dapat menunjukkan bentuk tiga dimensi berupa gambar atau foto. Mikroskop ini digunakan untuk mempelajari struktur permukaan objek, dimana struktur tersebut dapat diperbesar secara umum antara 1.000 – 40.000 kali. Hasil SEM yang berupa gambar topografi dapat menunjukkan bentuk permukaan bahan dengan berbagai lekukan dan tonjolan.

Analisis prinsip kerja SEM mirip dengan mikroskop optik, namun berbeda dalam perangkatnya. Awalnya berkas elektron disejajarkan dan difokuskan oleh magnet yang didesain khusus berfungsi sebagai lensa. Biasanya, energi elektron 100 ke V menghasilkan panjang gelombang sekitar 0,04 nm. Agar berkas yang dihantarkan tidak memperlambat atau menghamburkan terlalu banyak maka spesimen sasaran digunakan sangat tipis. Bayangan akhir diproyeksikan ke dalam layar pendar atau film. Berbagai distorsi yang terjadi dikarenakan masalah

pemfokusan dengan lensa magnetik membuat resolusi hingga sepersepuluh nanometer terbatas (Tipler, 1991).

Prinsip kerja dari *Scanning Electron Microscope* (SEM) adalah sebagai berikut :

- a. *Electron gun* menghasilkan elektron beam dari filament. Pada umumnya elektron gun yang digunakan adalah tungsten haispin gun dengan filament berupa lilitan tungsten yang berfungsi sebagai katoda. Tegangan yang diberikan kepada lilitan mengakibatkan terjadinya pemanasan. Kemudian anoda akan membentuk gaya yang menarik elektron menuju ke anoda.
- b. *Lensa Magnetik* memfokuskan elektron menuju suatu titik pada permukaan bahan atau sampel.
- c. *Sinar elektron* yang terfokus memindai (*scan*) keseluruhan bahan atau sampel dengan diarahkan oleh koil pemindai.

Ketika elektron mengenai sampel, maka akan terjadi hamburan elektron, baik *Secondary Elektron* (SE) ataupun *Back Scattered Elektron* (BSE) dari permukaan sampel dan akan dideteksi oleh detektor dan diperlihatkan dalam bentuk gambar atau foto pada monitor CRT (Smallman, 2000).

2.5.3 *Fourier Transformation Infra-Red* (FTIR)

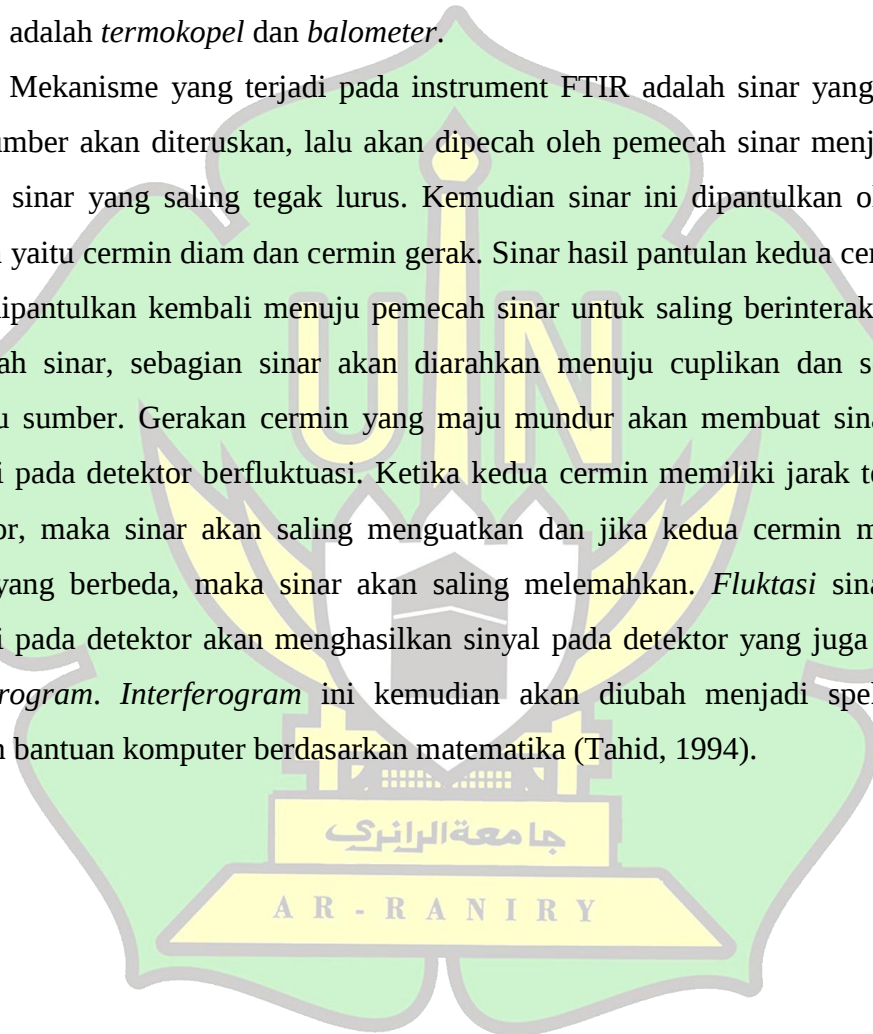
Fourier Transformation Infra-Red (FTIR) merupakan teknik pengukuran untuk menjumlahkan spektrum inframerah. Energi yang diserap pada sampel di berbagai frekuensi sinar inframerah direkam, lalu diteruskan ke *interferometer*. Sinar pengukuran sampel diubah menjadi *interferogram*. *Fourier Transformation Infra-Red* (FTIR) dengan perhitungan secara matematika pada sinyal tersebut akan menghasilkan spektrum yang identik pada spektroskopi inframerah (Griffths, 1975).

Fourier Transformation Infra-Red (FTIR) terdiri dari lima bagian, yaitu : (Griffths, 1975)

- a. Sumber sinar, yang terbuat dari filamen Nerst atau global yang dipanaskan dengan listrik hingga suhu 1000-1800°C.
- b. *Beam Splitter* berupa material transparan dengan indeks relative, sehingga menghasilkan 50% radiasi yang akan direfleksikan dan 50% radiasi yang akan diteruskan menuju detektor.

- c. *Interferometer*, adalah bagian utama dari FTIR yang berfungsi untuk membentuk *interferogram* yang akan diteruskan menuju detektor.
- d. Daerah cuplikan, dimana berkas acuan dan cuplikan masuk ke dalam daerah cuplikan lalu masing-masingnya menembus sel acuan dan cuplikan secara beraturan.
- e. Detektor, merupakan perangkat yang mengukur energi pancaran yang lewat karena panas yang dihasilkan. Detektor yang sering digunakan adalah *termokopel* dan *balometer*.

Mekanisme yang terjadi pada instrument FTIR adalah sinar yang datang dari sumber akan diteruskan, lalu akan dipecah oleh pemecah sinar menjadi dua bagian sinar yang saling tegak lurus. Kemudian sinar ini dipantulkan oleh dua cermin yaitu cermin diam dan cermin gerak. Sinar hasil pantulan kedua cermin ini akan dipantulkan kembali menuju pemecah sinar untuk saling berinteraksi. Dari pemecah sinar, sebagian sinar akan diarahkan menuju cuplikan dan sebagian menuju sumber. Gerakan cermin yang maju mundur akan membuat sinar yang sampai pada detektor berfluktuasi. Ketika kedua cermin memiliki jarak terhadap detektor, maka sinar akan saling menguatkan dan jika kedua cermin memiliki jarak yang berbeda, maka sinar akan saling melemahkan. *Fluktasi* sinar yang sampai pada detektor akan menghasilkan sinyal pada detektor yang juga disebut *interferogram*. *Interferogram* ini kemudian akan diubah menjadi spektra IR dengan bantuan komputer berdasarkan matematika (Tahid, 1994).



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan oktober 2020 sampai dengan selesai dengan menggunakan artikel atau jurnal sebagai media *review* yang diperoleh dari perpustakaan maupun secara *online*.

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan penulis adalah kajian kepustakaan (*library research*) yang berisi ulasan, rangkuman hasil pemikiran penulis dengan menelaah dan menelusuri literatur yang berkenaan dengan masalah yang di teliti baik berupa jurnal-jurnal yang mengandung informasi dan data-data yang berkaitan dengan judul penelitian.

3.2.1 Strategi Pencarian Literatur

Pencarian literatur dilakukan menggunakan beberapa database seperti *google scholar*, *science direct*, ISSN maupun jurnal nasional dan internasional lainnya dengan menggunakan kata kunci yaitu : katalis heterogen, CaO, cangkang telur, kalsinasi. Jurnal-jurnal yang sesuai dengan judul selanjutnya diambil untuk dianalisis. *Literature review* ini menggunakan literatur terbitan tahun 2011 - 2020 yang diakses *fulltext* dalam format pdf. Kriteria jurnal yang direview adalah jurnal berbahasa Indonesia dan Inggris yang mengandung katalis heterogen, CaO, cangkang telur, dan pengaruh suhu kalsinasi.

Tabel 3.1 Kriteria inklusi penelitian

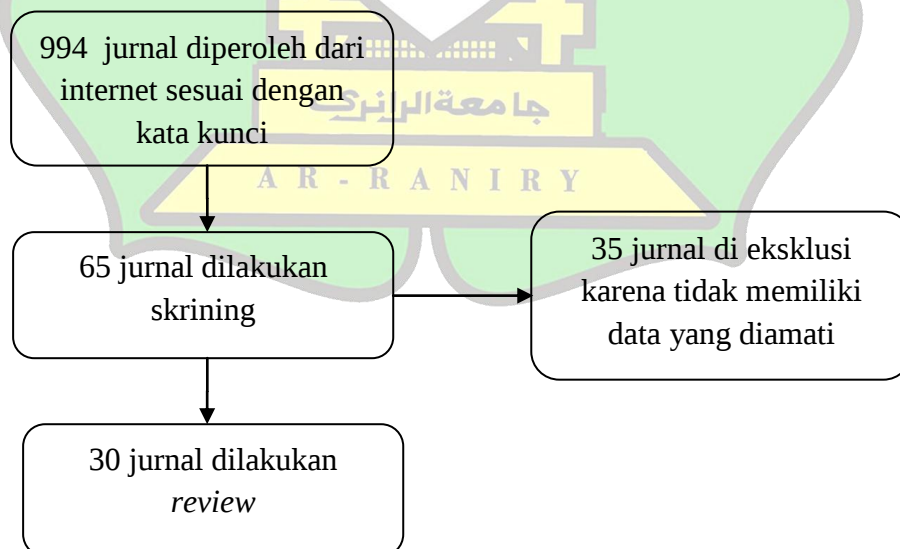
Kriteria	Inklusi
Jangka	Rentang waktu 10 Tahun
Waktu	2011 - 2020
Bahasa	Indonesia dan Inggris
Subyek	Pengaruh suhu kalsinasi
Tema isi	Pengaruh suhu kalsinasi terhadap sintesis katalis heterogen CaO

3.2.2 Sintesis Data

Literature review ini disintesis dengan metode mengelompokkan data-data hasil isolasi yang sejenis dan relevan dengan judul untuk menjawab tujuan penelitian. Jurnal yang relevan dengan judul dikumpulkan dan dibuat ringkasan meliputi nama pengarang dan tahun terbit (referensi), pengaruh suhu kalsinasi, dan jenis instrument (XRD, SEM dan FTIR), ringkasan tersebut dimasukkan kedalam tabel sebagai data pengamatan. Analisa awal pada jurnal dilakukan dengan mengamati abstrak dan tujuan penelitian. Ringkasan jurnal dilakukan dengan analisis terhadap isi lalu dibandingkan dengan jurnal lain yang di *review*. Data yang terkumpul dicari persamaan dan perbedaannya kemudian dibahas untuk menarik kesimpulan.

3.2.3 Penelusuran Jurnal

Berdasarkan hasil penelusuran di *google scholar*, *science direct*, ISSN maupun jurnal nasional lainnya, peneliti menemukan sebanyak 994 jurnal yang sesuai dengan penelusuran yang berkaitan dengan pengaruh suhu kalsinasi terhadap sintesis katalis heterogen CaO dari cangkang telur dari rentang tahun 2011-2020. Kemudian dilakukan analisis terhadap 65 jurnal yang relevan dengan judul penelitian, 35 jurnal di eksklusi karena tidak memiliki data yang diamati, sehingga diperoleh 30 jurnal yang dilakukan *review*.



Gambar 3.1 Diagram alir *review* jurnal

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Tabel 4.1 Kajian literasi pengaruh suhu kalsinasi terhadap sintesis katalis heterogen CaO dari cangkang telur.

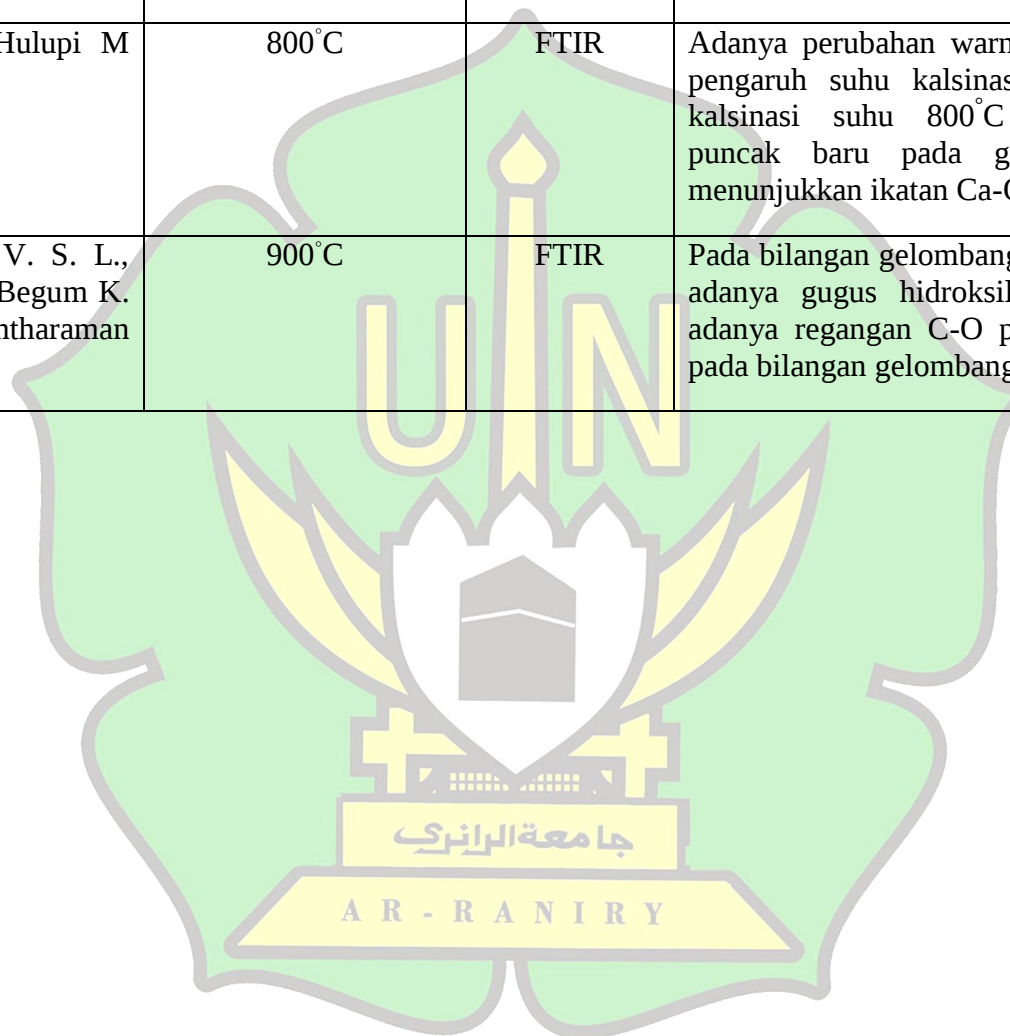
No.	Referensi	Variabel Suhu Kalsinasi	Jenis Instrument Penelitian	Hasil Penelitian
1.	Asri N. P., Podjojono B., Fujiani R., dan Nuraini (2017)	900°C	XRD	Pola XRD yang sempit dan puncak intensitas tinggi dari katalis hasil kalsinasi menunjukkan struktur kristal yang baik dari katalis CaO.
2.	Ayodeji A. A., Modupe O. E., Rasheed B., dan Ayodele J. M (2018)	850°C	XRD	Adanya peningkatan komposisi persentase CaO katalis cangkang telur dari 96% menjadi 97%.
3.	Buasri A., Chaiyut N., Loryuenyong., Wongweang C., dan Khamsrisuk S. (2013)	900°C	XRD	Komponen utama dari analisis XRD adalah spesies CaO.
4.	Coreia L. M., Saboya R. M. A., Campelo N. S., Cecilia J. A., Rodriguez-Castellon E., Cavalcante Jr. C. L., dan Vieira R. S. (2014)	900°C	XRD	Perlakuan termal menghasilkan partikel kecil CaCO ₃ dan CaO berfungsi sebagai katalitik aktivitas.

5.	Coreia L. M., Cecilia J. A., Castellon E. R., Cavalcante Jr. C. L., dan Vieira R. S. (2017)	900°C	XRD	Katalis CaO pada suhu 900°C memiliki pola difatogram serta morfologi yang sama dengan CaO alami.
6.	Darwis Z., Afrizal, dan Sriutami E. R. (2012)	800°C	XRD	Memiliki difatogram yang sesuai dengan CaO standar.
7.	Enggawati E. R., dan Ediati R. (2013)	1000°C	XRD	Memiliki pola difatogram dan morfologi yang sama dengan CaO standar.
8.	Goli J., dan Sahu O. (2018)	500, 600, 700, 800, 900, 1000, dan 1100°C	XRD	Memiliki pola difatogram, morfologi, serta gugus fungsi yang sama dengan CaO alami.
9.	Haryono, Natanael C. L., Rukiah, dan Yulianti Y. B. (2018)	900°C	XRD	Karakteristik CaO dari hasil kalsinasi dengan perlakuan pengecilan ukuran lanjut lebih baik dibandingkan dengan tanpa perlakuan pengecilan lanjut.
10.	Helwani Z., Ramli M., Saputra E., Putra Y. L., Simbolon D.F., Othman M. R., dan Idroes R. (2020)	900°C	XRD	Katalis yang diperoleh mengandung senyawa kalsium oksida (CaO dan Ca(OH) ₂) dan pengotor kecil dari silika dengan oksida (SiO ₂ dan Ca ₂ SiO ₄), dengan luas permukaan khusus katalis 30,24 m ² /g.
11.	Jazie A. A., Pramanik H., dan Shinha A. S. K. (2013)	900°C	XRD	Katalis CaO berwarna putih sesuai spesifikasi CaO.
12.	Mahreni dan Sulistyawati E. (2011)	700, 800, dan 900°C	XRD	Adanya puncak-puncak runcing yang tersebar pada sudut diantara 2θ (20-50°) yang membuktikan bahwa katalis CaO mempunyai struktur kristal.
13.	Mohadi R., Anggraini K., Riyanti F., dan Lesbani A.	600, 700, 800, 900,	XRD	Suhu optimum adalah 900°C dengan puncak 2θ dengan

	(2016)	dan 1000°C		32.3°, 37.4°, 53.9°, 64.2° dan 67.5°.
14.	Oko S. dan Syahrir I. (2017)	950°C	XRD	Katalis CaO superbasa memiliki kristalinitas sebesar 96,64% dan kadar CaO sebesar 96,85%.
15.	Oko S. dan Syahrir I. (2018)	950°C	XRD	Katalis CaO superbasa memiliki kristalinitas 94,64, dan kadar CaO 92,66%.
16.	Poedjojono B. (2019)	800, 900, dan 1000°C	XRD	Katalis menunjukkan puncak yang jelas dan tajam dari fase kristal.
17.	Pomchai T., Putkham A. I., dan Putkham A (2016)	800°C	XRD	Pola XRD menunjukkan semua waktu secara keseluruhan mengubah cangkang telur menjadi fase CaO pada kemurnian 98%. Pada analisis SEM terdapat permukaan berpori mirip batang pada CaO yang diperoleh dan ukuran pori permukaan sedikit meningkat dengan bertambahnya waktu kalsinasi.
18.	Putra R. S., Liyanita A., Arifah N., Puspitasari E., Sawaluddin., dan Hizam N. M. (2017)	900°C	XRD	Fase CaCO ₃ telah sepenuhnya berubah menjadi CaO.
19.	Rashid I. M., Atiya M. A., dan Hameed B. H. (2015)	700, 750, 800, 850 dan 900°C	XRD	Adanya fase kristal CaO dan luas permukaan spesifik 122,3 m ² /gm.
20.	Setiadji S., Niat T. B., Sudiarti T., Prabowo E., dan Bebeh W. N. (2013)	900°C	XRD	Terdapat sampel CaO yang belum murni, masih diperoleh komponen lain yaitu Ca(OH) ₂ dan CaCO ₃ yang belum terdekomposisi, akan tetapi intensitas serapan CaO paling tinggi dibandingkan komponen lainnya.

21.	Tahya K., Tahya C., dan Kainama H. (2019)	1000°C	XRD	Pola difraksi yang ditunjukkan oleh puncak-puncak pada $2\theta = 29.1849, 32.3808, 33.8084, 34.0246, 37.5414, 48.4970, 48.7765, 54.0491, 57.5377, 60.3488, 64.3488, 67.5666, 79.8408, 80.8259, 88.7071$.
22.	Tehubijuluw H., Wayan I. S., dan Lethulur M. (2014)	1000°C	XRD	CaO yang diperoleh dikonversi dari kalsinasi 50 g cangkang telur adalah sebesar 54,92%. Difatogram hasil XRD yang telah dikalsinasi menghasilkan perubahan pola difraksi.
23.	Viriya-empikul N., Krasae P., Nualpaeng W., Yoosuk B., dan Faungnawakij K. (2012)	800°C	XRD	Aktivitas katalis sesuai dengan luas permukaan dan fasa kristal pada katalis CaO.
24.	Wong Y. C., dan Ang R. X. (2018)	800 dan 1000°C	XRD	Katalis CaO terbaik adalah pada kalsinasi suhu 1000°C karena tinggi transisi termal yang terjadi menyebabkan dekomposisi lengkap dari CaCO_3 menjadi CaO.
25.	Win T. T., dan Khine M. M. (2017)	700, 800 dan 900°C	XRD	Setelah kalsinasi cangkang telur berubah menjadi putih karena pelepasan CO_2 dan pada analisis XRD katalis CaO mengkristal dengan baik pada kalsinasi suhu 900°C.
26.	Oko S. dan Feri M. (2019)	900°C	SEM	Katalis CaO berwarna putih sedikit abu yang diperoleh berdasarkan tinggi nilai kebasaannya.
27.	Taslim, Melia, dan Taruna N. (2016)	1000°C	SEM	Morfologi katalis menunjukkan katalis cangkang telur yang beraturan dan memiliki permukaan yang cenderung datar.
28.	Yusuf A. S., Adeniyi O. D., Olutoye M. A., dan Akpan U.	1000°C	SEM	Katalis terurai menjadi partikel yang lebih kecil dengan

	G. (2018)			luas permukaan yang tinggi dan rogga besar.
29.	Abdillah F., dan Hulupi M (2020)	800°C	FTIR	Adanya perubahan warna pada cangkang telur karena pengaruh suhu kalsinasi. Hasil analisis FTIR pada kalsinasi suhu 800°C menyebabkan terbentuknya puncak baru pada gelombang 3640 cm ⁻¹ yang menunjukkan ikatan Ca-O (Ca(OH) ₂).
30.	Bharadwaj Sai A. V. S. L., Singh M., Niju S., Begum K. M. M. S., dan Anantharaman N. (2019)	900°C	FTIR	Pada bilangan gelombang 3600 cm ⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus hidroksil dengan O-H regangan dan adanya regangan C-O pada bilangan gelombang C-O pada bilangan gelombang 1100 cm ⁻¹ .



4.2 Pembahasan.

4.2.1 Katalis CaO

Katalis CaO ialah katalis heterogen dan bersifat basa. Dikatakan katalis heterogen karena memiliki fasa yang berbeda antara reaktan dan produk. Katalis heterogen relatif lebih mudah untuk dipisahkan, karena fasa yang digunakan berbeda dengan produk reaksinya. Selain itu, katalis heterogen juga mudah dibuat dan mudah diletakkan pada reaktor karena fasanya yang berbeda dengan pereaktannya (Istadi, 2011). Menurut Oko dan Syahrir (2017), adanya perbedaan fasa pada katalis dan pereaktan mengakibatkan mekanisme reaksi menjadi sangat kompleks. Katalis heterogen CaO dapat dibuat melalui proses kalsinasi CaCO_3 pada suhu tinggi.

4.2.2 Pengaruh Suhu Kalsinasi

Proses kalsinasi cangkang telur bertujuan untuk menghilangkan kandungan air, senyawa organik, serta karbon dioksida melalui reaksi dekomposisi kalsium karbonat yang terkandung didalam cangkang telur sehingga diperoleh senyawa kalsium oksida. Umumnya, air dan senyawa organik dapat dihilangkan dari cangkang telur pada suhu dibawah 600°C . Sedangkan karbon dioksida baru dapat dilepaskan dari cangkang telur pada suhu $700\text{-}800^\circ\text{C}$. Oleh karena itu, untuk mendapatkan katalis CaO yang baik dari cangkang telur, maka suhu kalsinasi yang digunakan harus diatas 800°C (Oko dan Syahrir, 2017).

Pembentukan CaO dapat dilihat dari perubahan berat sampel sebelum dan sesudah kalsinasi, yang berarti bahwa telah terjadi reaksi dekomposisi sesuai dengan persamaan reaksi :



Menurut Mahreni dan Sulistyawati (2011), perubahan berat sampel dipengaruhi oleh suhu kalsinasi. Semakin tinggi suhu kalsinasi maka berat sampel semakin kecil, disebabkan oleh semakin banyaknya CO_2 yang dilepaskan. Dari hasil pengamatan secara langsung, didapatkan hasil pada kalsinasi suhu $800\text{-}900^\circ\text{C}$ serbuk berwarna putih sesuai dengan spesifikasi CaO. Namun hasil kalsinasi pada suhu $300\text{-}700^\circ\text{C}$, serbuk berwarna kehitaman. Warna kehitaman disebabkan oleh abu bahan organik yang terkandung dalam cangkang telur. Pada

hasil kalsinasi suhu diatas 700°C , abu bahan organik dalam cangkang telur telah terdekomposisi dan terlepas dari permukaan CaO sehingga terjadi perubahan dari warna hitam menjadi warna putih. Menurut Setiadji, Niat, Sudiarti, Prabowo, dan Bebeh (2017) dari hasil penelitian yang dilakukannya pada kalsinasi suhu 900°C diperoleh serbuk sampel CaO berwarna putih sesuai dengan spesifikasi CaO.

Dalam penelitian Enggawati dan Ediati (2013) dinyatakan bahwa senyawa utama yang menyusun hampir setiap bagian dari cangkang telur adalah CaCO_3 . Sehingga proses kalsinasi pada suhu tinggi dapat mengubahnya menjadi CaO, dimana CaCO_3 terdekomposisi menjadi CaO karena pengaruh kalsinasi suhu tinggi. Berdasarkan hasil pengamatan, maka dapat disimpulkan bahwa suhu kalsinasi terbaik untuk menghasilkan CaO adalah pada suhu diatas 800°C .

4.2.3 X-Ray Diffraction (XRD)

Analisis XRD dilakukan untuk mengidentifikasi komponen dan struktur kristal dari cangkang telur. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Mahreni dan Sulistyawati (2011), hasil analisis XRD pada suhu kalsinasi 900°C menunjukkan puncak-puncak runcing yang tersebar pada sudut 2θ ($20-50^{\circ}$) membuktikan bahwa komponen CaO mempunyai struktur kristal. Berdasarkan hasil analisis XRD dan pengaruh suhu kalsinasi maka disimpulkan bahwa suhu kalsinasi terbaik untuk menghasilkan kristal CaO adalah 900°C . Hal tersebut dikarenakan reaksi dekomposisi yang terjadi pada pembentukan CaO dilihat dari sebelum dan sesudah kalsinasi. Dimana pada suhu 900°C serbuk hasil kalsinasi berubah warna menjadi putih sesuai spesifikasi CaO. Artinya, abu bahan organik dalam cangkang telur telah terdekomposisi menjadi CaO.

Menurut Oko dan Syahrir (2018) komponen utama yang terdapat pada katalis adalah CaO. Dari hasil analisis XRD menunjukkan adanya puncak-puncak runcing yang tajam yang membuktikan bahwa komponen CaO mempunyai struktur kristal. Derajat kristalinitasnya sebesar 94,64%. Menurut Setiadji et al (2017) pada analisis XRD menunjukkan sampel CaO yang belum murni, masih diperoleh komponen lain yaitu $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan CaCO_3 yang belum terkonversi, akan tetapi intensitas serapan CaO paling tinggi dibandingkan komponen lainnya. Menurut Enggawati dan Ediati (2013) hasil analisis XRD pada difaktogram muncul puncak-puncak yang merupakan karakter dari CaO yaitu pada $2\theta =$

32.26°, 37.41°, 53.90°, 64.20°, 67.43°, 79.71°, 88.57°. Menurut Haryono, Natanael, Rukiah, dan Yulianti (2018) hasil analisis pola XRD menunjukkan puncak CaO terdeteksi dengan intensitas tinggi yaitu pada $2\theta = 32.2^\circ$ dan 53.9° serta terdeteksi dengan intensitas rendah pada $2\theta = 37.4^\circ$. Selain itu puncak CaCO_3 juga terdeteksi pada $2\theta = 29.4^\circ$. Keberadaan CaCO_3 terbentuk akibat keadaan kesetimbangan telah mulai tercapai, sehingga sejumlah kecil CaO bereaksi kembali dengan CO_2 membentuk CaCO_3 .

Menurut Poedjojono (2019) puncak dari CaO di 2θ muncul pada posisi 18.0664°, 28.7696°, 32.2048°, 34.0974°, 37.3659°, 50.9048°, 53.8706°, 64.1474°, 67.3793°. Dari data tersebut membuktikan bahwa cangkang telur yang dikalsinasi pada suhu 800-1000°C menunjukkan puncak yang jelas dan tajam dari fase kristal CaO. Adanya senyawa CaO pada katalis mengidentifikasi bahwa katalis memiliki sisi aktif yang sangat berpengaruh terhadap reaksi transesterifikasi. Menurut Buasri, Chaiyut, Loryuenyong, Wongweang, dan Khamsrisuk (2011) adanya perubahan pola yang disebabkan oleh pelepasan CO_2 dari cangkang telur. Pola difraksi katalis yang dikalsinasi pada suhu $<800^\circ\text{C}$ merupakan karakteristik CaCO_3 , sedangkan sampel yang dikalsinasi pada suhu $>800^\circ\text{C}$ menunjukkan karakteristik refleksi difraksi CaO. Komponen utama dari cangkang telur yang dikalsinasi pada suhu 900°C merupakan spesies CaO. Dari hasil analisis menunjukkan bahwa pantulan XRD yang tajam dengan orientasi (1 1 1), (2 0 0), (2 2 0), (3 1 1) dan (2 2 2) dimana berdasarkan data tersebut maka disimpulkan bahwa material yang dikalsinasi telah mengkristal dengan baik.

Dalam penelitian Oko dan Syahrir (2017) terlihat bahwa telah terjadinya dekomposisi senyawa CaCO_3 menjadi senyawa CaO setelah dilakukan kalsinasi pada suhu 950°C . Hal ini dikarenakan oleh terlepasnya zat-zat *volatile* saat terjadinya proses kalsinasi seperti karbon dioksida (CO_2) sehingga yang tersisa hanya senyawa yang tidak teruapkan seperti CaO. Lalu pada penelitian Tahya (2019) dan penelitian Tehubijuluw, Wayan, dan Lethulur (2014) cangkang telur dikalsinasi pada suhu 1000°C . Pada difatogram terdapat pola difraksi yang ditampilkan pada puncak-puncak $2\theta = 29.1849^\circ$, 32.3808° , 33.0246° , 34.0246° , 37.5414° , 48.4970° , 48.7765° , 54.0491° , 57.5377° , 60.3488° , 67.5666° , 79.8408° , 80.8259° , 88.7071° . Tingkat kristalinitas cangkang telur dari CaO terlihat pada puncak difraksi yang dihasilkan

sempit dan tajam. Dimana dari hasil tersebut katalis CaO yang diperoleh memiliki kristalinitas yang tinggi. Berdasarkan data-data hasil penelitian tersebut, maka disimpulkan bahwa katalis CaO yang menunjukkan tingkat kristalinitas terbaik adalah pada suhu diatas 800°C.

4.2.4 Scanning Electron Microscope (SEM)

Menurut penelitian Taslim, Melia, dan Taruna (2016) dalam penelitiannya dilakukan analisis terhadap morfologi katalis menggunakan SEM pada sintesis CaO dengan kalsinasi pada suhu 1000°C. Dimana dari hasil penelitian tersebut katalis CaO beraturan dan memiliki permukaan yang cenderung datar. Menurut Yusuf, Adeniyi, Olutoye, dan Akpan (2018) hasil analisis SEM menunjukkan bahwa katalis mentah memiliki partikel yang besar, tidak beraturan, dan tidak teridentifikasi. Dimana permukaan tersebut diperkirakan tertutup oleh gas yang teradsorpsi, materi yang mudah menguap, dan uap air. Hal ini menjelaskan mengapa katalis mentah menunjukkan tingkat aktivitas yang rendah. Namun setelah kalsinasi, partikel besar yang tidak teridentifikasi pada katalis mentah terurai menjadi partikel yang lebih kecil dengan luas permukaan yang tinggi dan rongga besar. Hal ini terjadi karena adanya perubahan komposisi komponen pada katalis. Jadi, berdasarkan penelitian-penelitian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa suhu kalsinasi berpengaruh pada analisis SEM terhadap identifikasi katalis CaO. Semakin tinggi suhu maka luas permukaannya semakin tinggi dan rongga besar. Sedangkan saat suhunya rendah partikel katalis tidak beraturan dan tidak teridentifikasi. Katalis pada suhu rendah menunjukkan tingkat aktivitas yang rendah, sedangkan katalis suhu tinggi diatas 800°C terdekomposisi dengan baik.

4.2.5 Fourier Transform Infrared Radiation (FTIR)

Analisis FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam katalis CaO. Dimana pada penelitian yang telah dilakukan oleh Abdillah dan Hulupi (2020) hasil analisis FTIR untuk cangkang telur sebelum dan sesudah kalsinasi menunjukkan perbedaan spektrum yang sangat jelas. Pada proses kalsinasi menyebabkan terbentuknya puncak baru pada gelombang 3640 cm⁻¹ dan adanya ikatan Ca-O (Ca(OH)₂). Puncak dengan intensitas tertinggi pada cangkang telur adalah pada bilangan gelombang 1400 cm⁻¹ yang disebabkan karena adanya

keberadaan mineral karbonat dalam matriks cangkang telur. Adanya mineral karbonat dan terbentuknya CaO dari cangkang telur membuktikan bahwa cangkang telur dapat dimanfaatkan sebagai katalis. Menurut Bharadwaj, Singh, Niju, Begum, dan Anantharaman (2019) hasil analisis FTIR menunjukkan puncak utama pada bilangan gelombang 3600 cm^{-1} dimana pada bilangan gelombang tersebut menunjukkan adanya gugus hidroksil dengan O-H regangan dan adanya regangan C-O pada bilangan gelombang 1100 cm^{-1} . Berdasarkan data-data penelitian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa cangkang telur yang telah dikalsinasi pada suhu tinggi diatas 800°C menunjukkan adanya mineral karbonat dan terbentuknya CaO.



BAB V

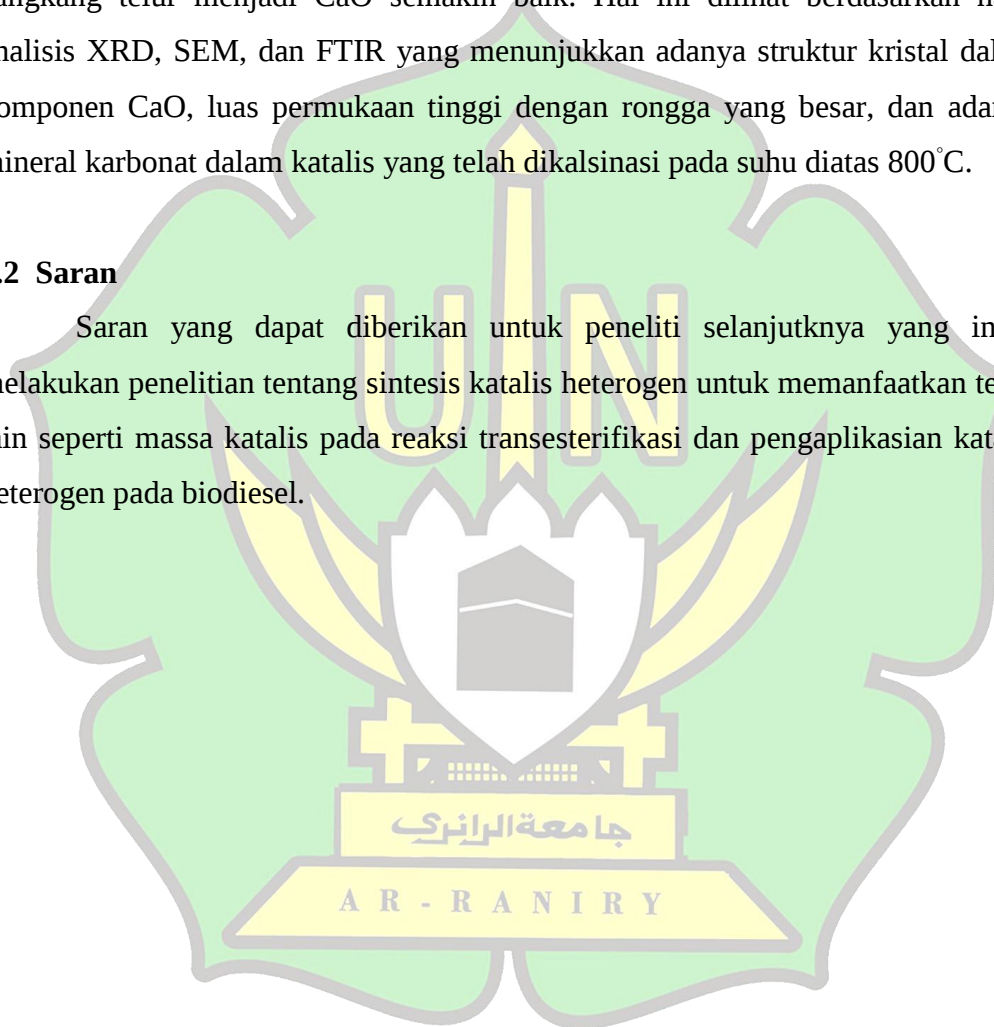
KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil kajian kepustakaan (*Library Research*) yang telah dilakukan disimpulkan bahwa suhu kalsinasi berpengaruh terhadap sintesis katalis heterogen CaO dari cangkang telur. Semakin tinggi suhu maka dekomposisi cangkang telur menjadi CaO semakin baik. Hal ini dilihat berdasarkan hasil analisis XRD, SEM, dan FTIR yang menunjukkan adanya struktur kristal dalam komponen CaO, luas permukaan tinggi dengan rongga yang besar, dan adanya mineral karbonat dalam katalis yang telah dikalsinasi pada suhu diatas 800°C.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk peneliti selanjutnya yang ingin melakukan penelitian tentang sintesis katalis heterogen untuk memanfaatkan tema lain seperti massa katalis pada reaksi transesterifikasi dan pengaplikasian katalis heterogen pada biodiesel.



DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Abdillah F., dan Hulupi M. (2020). Efektivitas Cangkang Telur untuk Menurunkan Bilangan Peroksida dan Asam Lemak Bebas pada Minyak Jelantah. *Fullerene Journal Of Chemistry* 5(2), 109-116.
- Asri N. P., Podjojono B., Fujiani R., dan Nuraini. (2017). Utilization of Eggshell Waste as Low-Cost Base Catalyst for Biodiesel Production from used Cooking Oil. IOP Conf. Series : *Earth and Environmental Science* 67.
- Arita S., Attaso, dan Septian R. (2013). Pembuatan Biodiesel dari Minyak Kelapa Sawit dengan Katalis CaO yang Disinari dengan Gelombang Makro. *Jurnal Teknik Kimia* 4(19).
- Arita S., Adelia S. A., dan Sari D. P. (2014). Pembuatan Katalis Heterogen dari Cangkang Kerang Darah (*Anadara Granosa*) dan Diaplikasikan pada Reaksi Transesterifikasi dari Crude Palm Oil. *Jurnal Teknik Kimia* 3(20).
- Armstrong R., Hall B. J., Doyle J., dan Waters E. (2011). Cochrane Update *Scoping the Scope of a Cochrane Review*. *Journal of Public Health* 33(1), 147-150.
- Ayodeji A. A., Modupe O. E., Rasheed B., dan Ayodele J. M. (2018). Data on CaO and Eggshell Catalyst Used for Biodiesel Production. *Data in Brief* 19, 1466-1473.
- Basumatry S. (2013). Transesterification with Heterogeneous Catalyst in Production of Biodiesel : A Review. *Journal of Chemical and Pharmaceutical Research* 5(11), 1-7.
- Bharadwaj Sai A. V. S. L., Singh M., Niju S., Begum K. M. M. S., dan Anantharaman N. (2019). Biodiesel Production from Rubber Seed Oil using Calcium Oxide Derived from Eggshell as Catalyst - Optimization and Modeling Studies. *Green Process Synth* 8, 430-442.
- Buasri A., Chaikut N., Loryuenyong., Wongweang C., dan Khamsrisuk S. (2013). *Application of Eggshell Wastes as a Heterogeneous Catalyst for Biodiesel Production*. *Sustainable Energy* 1(2), 7-13.
- Callister Jr., dan William D. (2009). *Material Science and Engineering An Introduction 7 th Edition*. John Wiley and Sons Inc. New Jersey. 66-70.
- Coreia L. M., Cecilia J. A., Castellon E. R., Cavalcante Jr. C. L., dan Vieira R. S. (2017). Relevance of The Physicochemical Properties of Calcined Quail Eggshell (CaO) as a Catalyst for Biodiesel Production. *Journal of Chemistry*.

- Coreia L. M., Saboya R. M. A., Campelo N. S., Cecilia J. A., Rodriguez-Castellon E., Cavalcante Jr. C. L., dan Vieira R. S. (2014). Characterization of Calcium Oxide Catalysts from Natural Sources and Their Application in The Transesterification of Sunflower Oil. *Bioresource Technology* 151, 207-213.
- Darwis Z., Afrizal, dan Sriutami E. R. (2012). Optimasi Konsentrasi Katalis CaO dari Cangkang Telur Ayam Negeri dalam Reaksi Transesterifikasi Minyak Jarak Pagar (*Jatropha Curcas L*) sebagai Bahan Biodiesel. *Jurnal Riset sains dan Kimia Terapan* 2(1).
- Endalew A. K., Kiros Y., dan Zani R. (2011). Heterogeneous Catalyst for Biodiesel Production from *Jatropha Curcas* Oil (JCO). *Energy* 36, 2693-2700.
- Enggawati E. R., dan Ediati R. (2013). Pemanfaatan Kulit Telur Ayam dan Abu Layang Batubara sebagai Katalis Heterogen untuk Reaksi Transesterifikasi Minyak Nyamplung (*Callophyllum Inophyllum* Linn). *Jurnal sains dan Seni Pomits* 2(1).
- Firdaus L. H. Wicaksono A. R., dan Widayat. (2013). Pembuatan Katalis H-Zeolit dengan Impregnasi KI/KIO₃ dan Uji Kinerja Katalis untuk Produksi Biodiesel. *Jurnal teknologi Kimia dan Industri* 2(2), 148-154.
- Goli J., dan Sahu O. (2018). Development of Heterogeneous Alkali Catalyst from Waste Chicken Eggshell for Biodiesel Production. *Renewable Energy* 128, 142-154.
- Hartaty L. A. (2018). *Pemanfaatan Zeolit Alam Lampung sebagai Katalis Asam pada Reaksi Transesterifikasi Biodiesel dari Minyak Kelapa*. Skripsi. Universitas lampung. Lampung.
- Haryono, Natanael C. L., Rukiah, dan Yulianti Y. B. (2018). Kalsium Oksida Mikropartikel dari Cangkang Telur sebagai Katalis pada Sintesis Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Material dan Energi Indonesia* 8(1), 8-15.
- Helwani Z., Ramli M., Saputra E., Putra Y. L., Simbolon D.F., Othman M. R., dan Idroes R. (2020). Composite Catalyst of Palm Mill Fly Ash-Supported Calcium Oxide Obtained from Eggshells for Transesterification of Off-Grade Palm Oil. *Catalyst* 10, 724.
- Istadi. (2011). *Teknologi Katalis untuk Konversi Energi : Fundamental dan Aplikasi*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- Jazie A. A., Pramanik H., dan Shinha A. S. K. (2013). Eggshell as Eco-Friendly Catalyst for Transesterification of Rapeseed Oil : Optimization for Biodiesel Production. *Special Issue of International Journal of Sustainable Development and Green Economics (IJS DGE)* 2(1), 2315-4721.

- Mahreni dan Sulistyawati E. (2011). Pemanfaatan Kulit Telur sebagai Katalis Biodiesel dari Minyak Sawit dan Metanol. *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro. Semarang.
- Miskah S., Anugrah A., dan Gunadi. (2016). Pemanfaatan Kulit Telur sebagai Katalis Biodiesel dari Campuran Minyak Jelantah dan Minyak Kelapa Sawit. *Jurnal Teknik Kimia* 2(22).
- Mohadi R., Anggraini K., Riyanti F., dan Lesbani A. (2016). Preparation Calcium Oxide (CaO) from Chicken Eggshells. *Sriwijaya Journal of Environment* 1(2), 32-35.
- Mohamed O., Bensaheb F., Bano H., Behl S., dan Jarrar M. (2015). Evaluating the Role of the Appropriate Catalyst on the Efficacy of Biodiesel Production from Waste Cooking Oil Review Article. *Schoolar Academic Journal of Biosciences (SAJB)*.
- Nadiyah A. (2018). *Modifikasi Zeolit Alam Lampung sebagai Katalis Asam dalam Pembuatan Biodiesel dari Minyak Goreng Bekas menggunakan Reaksi Transesterifikasi*. Skripsi. Universitas Lampung. Lampung.
- Oko S. dan Syahrir I. (2017). Pengaruh Penambahan Ammonium Karbonat pada Pembuatan Katalis CaO Superbasa dari Cangkang Telur Ayam. *Seminar Sains dan Teknologi*. Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah, Jakarta.
- Oko S. dan Syahrir I. (2018). Sintesis Biodiesel dari Minyak Sawit menggunakan Katalis CaO Superbasa dari Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur Ayam. *Jurnal Teknologi* 10(2).
- Oko S. dan Feri M. (2019). Pengembangan Katalis CaO dari Cangkang Telur Ayam dengan Impregnasi KOH dan Aplikasinya terhadap Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jarak. *Jurnal Teknologi* 11(2).
- Poedjojono B. (2018). Perbandingan Aktivitas Katalis CaO dari Cangkang Kulit Telur dan CaO Komersil pada Transesterifikasi Minyak Goreng Bekas. *Jurnal Teknik Industri dan Kimia* 1(2).
- Pomchai T., Putkham A. I., dan Putkham A. (2016). Effect of Calcination Time on Physical and Chemical Properties of CaO-Catalyst Derived from Industrial-Eggshell Wastes. *J Sci Technol MSU* 35(6).
- Putra R. S., Liyanita A., Arifah N., Puspitasari E., Sawaluddin., dan Hizam N. M. (2017). Enhanced Electro-Catalytic Process on the Synthesis of FAME using CaO from Eggshell. *Energy Procedia* 105, 289-296.

- Rashid I. M., Atiya M. A., dan Hameed B. H. (2015). Production of Biodiesel from Waste Cooking Oil using CaO-Eggshell Waste Derived Heterogeneous Catalyst. *International Journal of Science and Research (IJSR)*, 2319-7064.
- Refaat A. A. (2011). Biodiesel Production Using Solid Metal Oxide Catalyst. *International Journal of Environment and Science Technology* 8.
- Setiadji S., Niat T. B., Sudiarti T., Prabowo E., dan bebeh W. N. (2017). Alternatif Pembuatan Biodiesel melalui Transesterifikasi Minyak castor (*Ricinus Communis*) Menggunakan Katalis Campuran Cangkang Telur Ayam dan Kaolin. *Junal Kimia VALENSI : Jurnal Penelitisan dan Pengembangan Ilmu Kimia* 3(1), 1-10.
- Smallman R. E. dan Bishop R. J. (2000). *Metalurgi Fisik Modern dan Rekayasa Material*. Erlangga. Jakarta. Hal 23-30.
- Tahya K., Tahya C., dan Kainama H. (2019). Transesterifikasi Minyak Ikan Perak (*Mene Maculta*) dengan Katalis CaO dari Cangkang Telur Ayam. *Indo. J. Chem. Res.* 7(1), 69-76.
- Taslim, Melia, dan Taruna N. (2016). Potensi Zeolit Alam dan CaO dari Cangkang Telur Ayam sebagai Katalis dalam Pembuatan Biodiesel dari Treated Waste Cooking Oil. *Jurnal Teknik Kimia USU* 5(4).
- Tehubijuluw H., Wayan I. S., dan Lethulur M. (2014). Waste Cooking Oil Conversion to Biodiesel Catalized by Eggshell of Purebred Chicken with Etanol As a Solvent. *EKSAKTA* 14(1), 52-64.
- Trippler P. (1991). *Fisika untuk Sains dan Teknik Edisi Ketiga Jilid I*. erlangga. Jakarta. Hal 43-50.
- Viriya-empikul N., Krasae P., Nualpaeng W., Yoosuk B., dan Faungnawakij K. (2012). Biodiesel Production Over Ca-Based Solid Catalyst Derived from Industrial Wastes. *Fuel* 92, 239-244.
- Win T. T., dan Khine M. M. (2017). Synthesis and Characterization of CaO and KF Doped CaO (KF/CaO) Derived from Chicken Eggshell Waste as Heterogeneous Catalyst in Biodiesel Production. *American Scientific Research Journal for Engineering, Technology, and Sciences (ASRJETS)* 38(2), 134-151.
- Wong Y. C., dan Ang R. X. (2018). Study of Calcined Eggshell as Potential Catalyst for Biodiesel Formation using used Cooking Oil. *Open Chem* 16, 1166-1175.
- Yusuf A. S., Adeniyi O. D., Olutoye M. A., dan Akpan U. G. (2018). Development and Charactezation of a Composite Anthill-Chicken Eggshell

Catalyst for Biodiesel Production from Waste Frying Oil. *International Journal of Technology* 1, 110-119.

Zuhra, Husin H., dan Rinaldi W. (2015). Preparasi Katalis Abu Kerang untuk Transesterifikasi Minyak Nyamplung menjadi Biodiesel. *Agritech* 35 (1).

