

**SINTESIS KOMPOSIT KARBON AKTIF-*GRAPHENE* DARI
KULIT SALAK DENGAN METODE SIMULTAN GRAFITISASI
AKTIVASI-KOH**

ICE-410 Penelitian

Disusun untuk memenuhi tugas akhir guna mencapai gelar
sarjana di bidang Ilmu Teknik Kimia

oleh:

Linda Wahyuni (6213057)

Zefania Setyani (6213106)

Pembimbing:

Arenst Andreas, S.T., S.Si., MSc., Ph.D

Hans Kristianto, S.T., M.T



**JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

2017



LEMBAR PENGESAHAN

JUDUL : SINTESIS KOMPOSIT KARBON AKTIF-*GRAPHENE* DARI KULIT SALAK DENGAN METODE SIMULTAN GRAFTISASI AKTIVASI-KOH

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Bandung, 30 Mei 2017

Pembimbing Utama

Arenst Andreas, S.T., S.Si., M.Sc., Ph.D

Pembimbing Kedua

Hans Kristianto, S.T., M.T.

JURUSAN TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Linda Wahyuni

NRP : 6213057

Nama : Zefania Setyani

NRP : 6213106

Dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul :

**SINTESIS KOMPOSIT KARBON AKTIF-*GRAPHENE* DARI KULIT SALAK
DENGAN METODE SIMULTAN GRAFITISASI AKTIVASI-KOH**

adalah hasil pekerjaan saya, dan seluruh ide, pendapat, materi dari sumber lain, telah dikutip dengan cara penulisan referensi yang sesuai.

Pernyataan ini saya buat dengan sebenar-benarnya dan jika pernyataan ini tidak sesuai dengan kenyataan maka saya bersedia menanggung sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Bandung, 30 Mei 2017



Linda Wahyuni

(6213057)



Zefania Setyani

(6213106)

LEMBAR REVISI

JUDUL : **SINTESIS KOMPOSIT KARBON AKTIF-*GRAPHENE* DARI KULIT SALAK DENGAN METODE SIMULTAN GRAFITISASI AKTIVASI-KOH**

CATATAN :

Telah diperiksa dan disetujui oleh :

Bandung, 30 Mei 2017

Penguji



Dr. Ir. Budi H Bisowarno, M.Eng.

Penguji



Angela Martina, S.T., M.T.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala berkat dan penyertaan-Nya sehingga penulisan proposal penelitian dengan judul “Sintesis Komposit Karbon Aktif-*Graphene* dari Kulit Salak dengan Metode Simultan Grafitisasi Aktivasi-KOH” dapat terselesaikan dengan baik. Penelitian ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat pendidikan sarjana Strata-1 Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Katolik Parahyangan, Bandung.

Dalam proses penyusunan laporan penelitian ini, penulis mendapat banyak bantuan dukungan dan ilmu pengetahuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Arenst Andreas, ST., SSI., MSc., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan saran selama penyusunan laporan penelitian ini.
2. Hans Kristianto, ST., MT. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan saran selama penyusunan laporan penelitian ini.
3. Orang tua dan keluarga atas doa dan dukungan yang telah diberikan.
4. Teman-teman yang telah memberikan semangat dan dukungan.
5. Semua pihak yang secara langsung dan tidak langsung telah membantu dalam penyusunan laporan penelitian sehingga dapat terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari jika laporan penelitian ini masih jauh dari sempurna karena keterbatasan pengetahuan dan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis berharap adanya kritik dan saran yang membangun dari pembaca sehingga dapat menjadi bekal dalam pembuatan laporan penelitian selanjutnya. Penulis berharap semoga laporan penelitian ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Bandung, 19 Mei 2017

Penulis

DAFTAR ISI

COVER DALAM.....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	xi
INTISARI.....	xii
ABSTRACT	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tema Sentral Masalah	3
1.3 Identifikasi Masalah.....	3
1.4 Premis	3
1.5 Tujuan Penelitian.....	4
1.6 Hipotesis	4
1.7 Manfaat Penelitian.....	4
1.8 Batasan Masalah	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Karbon Aktif.....	6
2.1.1 Definisi Karbon Aktif	6
2.1.2 Sintesis Karbon Aktif.....	7
2.1.3 Aktivasi Kimia dengan Senyawa KOH.....	9
2.2 <i>Graphene</i>	10
2.2.1 Definisi <i>Graphene</i>	10
2.2.2 Struktur <i>Graphene</i>	11
2.2.3 Keunggulan <i>Graphene</i> sebagai Karbon Nanomaterial.....	12
2.2.4 Sejarah Metode Sintesis <i>Graphene</i>	13

2.3 Sintesis Komposit Karbon Aktif- <i>Graphene</i>	16
2.3.1 Sumber Karbon	16
2.3.2 Metode Simultan Grafitisasi Aktivasi-KOH	17
2.3.3 Mekanisme Grafitisasi	18
2.4 Buah Salak	20
2.4.1 Klasifikasi Buah Salak	20
2.4.2 Komposisi dan Manfaat Buah Salak	20
2.5 Superkapasitor	21
2.6 Studi Literatur Sintesis Komposit Karbon Aktif- <i>Graphene</i>	22
2.7 Metode Analisa	24
2.7.1 SEM (<i>Scanning Electron Microscopy</i>)	24
2.7.2 BET (Brunauer-Emmett-Teller)	25
2.7.3 XRD (<i>X-ray Diffraction</i>)	27
2.7.4 <i>Energy Dispersive Spectroscopy</i> (EDS)	28
2.7.5 <i>Cyclic Voltammetry</i>	29
BAB III BAHAN DAN METODE PENELITIAN	31
3.1 Tahap Penelitian	31
3.2 Bahan Baku dan Penunjang	31
3.3 Peralatan Utama dan Pendukung	32
3.4 Prosedur Percobaan	32
3.4.1 Persiapan Prekursor Karbon	32
3.4.2 <i>Start Up Furnace</i>	33
3.4.3 <i>Shut Down Furnace</i>	33
3.4.4 Proses Prekarbonisasi	34
3.4.5 Proses Aktivasi dan Grafitisasi	34
3.4.6 Prosedur Pembuatan Elektroda	36
3.5 Karakterisasi Sampel Komposit Karbon Aktif- <i>Graphene</i>	37
3.6 Lokasi dan Jadwal Kerja Penelitian	37
BAB IV PEMBAHASAN	38
4.1 Karakteristik Komposit Karbon Aktif- <i>Graphene</i>	38

4.1.1 <i>Brunauer-Emmett-Teller (BET)</i>	38
4.1.2 <i>Scanning Electron Microscopy (SEM)</i>	43
4.1.3 <i>Energy Dispersive Spectroscopy (EDS)</i>	46
4.1.4 <i>X-Ray diffractometer (XRD)</i>	47
4.1.5 <i>Analisa Cyclic Voltammetry (CV)</i>	51
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	56
5.1 <i>Kesimpulan</i>	56
5.2 <i>Saran</i>	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN A MATERIAL SAFETY DATA SHEET	64
LAMPIRAN B GAMBAR DAN GRAFIK	70
B.1 <i>Hasil Analisa Scanning Electron Microscopy (SEM)</i>	70
B.2 <i>Hasil Analisa Energy Dispersive Spectroscopy (EDS)</i>	72
B.3 <i>Hasil Analisa X-Ray Diffraction (XRD)</i>	74
B.4 <i>Hasil analisa Cyclic Voltammetry (CV)</i>	76
LAMPIRAN C CONTOH PERHITUNGAN	82
C.1 <i>Perhitungan Kapasitansi</i>	82

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Pori pada Karbon Aktif.....	6
Gambar 2.2 Perbedaan Ukuran Pori pada Karbon Aktif	7
Gambar 2.3 Pembentukan Material dari <i>Graphene</i>	11
Gambar 2.4 Hibridisasi pada <i>Graphene</i>	12
Gambar 2.5 Struktur Orbital pada <i>Graphene</i>	12
Gambar 2.6 Mekanisme <i>Mechanical Exfoliation</i>	14
Gambar 2.7 Mekanisme Metode CVD	14
Gambar 2.8 Mekanisme Metode <i>Chemical Exfoliation</i>	15
Gambar 2.9 Reaksi pada Reduksi <i>Graphene Oxide</i>	16
Gambar 2.10 Mekanisme Sintesis Metode Simultan Grafitisasi Aktivasi	17
Gambar 2.11 Mekanisme <i>Catalytic Graphitization</i>	18
Gambar 2.12 Pembentukan Grafit pada Proses Grafitisasi	19
Gambar 2.13 Sel Kapasitor.....	22
Gambar 3.1 Diagram Alir Persiapan Kulit Salak	33
Gambar 3.2 Cara Kerja <i>Shut Up Furnace</i>	33
Gambar 3.3 Cara Kerja <i>Shut Down Furnace</i>	33
Gambar 3.4 Diagram Alir Proses Prekarbonisasi.....	34
Gambar 3.5 Diagram Alir Proses Aktivasi dan Grafitisasi	35
Gambar 3.6 Proses Pembuatan Sel.....	36
Gambar 3.7 Bentuk Sel.....	37
Gambar 4.1 Hasil Analisa BET	39
Gambar 4.2 Hasil Analisa SEM pada Berbagai Sampel dengan Perbesaran 40000 Kali	43
Gambar 4.3 Hasil Analisa SEM Karbon Aktif dengan Perbesaran 1000 Kali.....	44
Gambar 4.4 Hasil Analisa SEM PGNS	45
Gambar 4.5 Contoh Analisa EDS Sampel KF1:2	46
Gambar 4.6 Hasil Analisa XRD Sampel	48
Gambar 4.7 Hasil Analisa XRD Karbon Aktif oleh Jiandong Xu et al.....	49
Gambar 4.8 Analisa CV Berbagai Sampel pada <i>Scan Rate</i> 2 mV/s.....	54

Gambar 4.9 Grafik CV Sampel KF1:2 pada Berbagai <i>Scan Rate</i>	54
Gambar 4.10 Analisa CV dengan Elektroda NiO	55
Gambar B.1 Hasil analisa SEM sampel K1:4.....	70
Gambar B.2 Hasil analisa SEM sampel KF1:1	70
Gambar B.3 Hasil analisa SEM sampel KF1:2	71
Gambar B.4 Hasil analisa SEM sampel KF1:4	71
Gambar B.5 Hasil analisa SEM sampel F1:4	71
Gambar B.6 Hasil analisa EDS sampel K1:4	72
Gambar B.7 Hasil analisa EDS sampel KF1:1	72
Gambar B.8 Hasil analisa EDS sampel KF1:2.....	72
Gambar B.9 Hasil analisa EDS sampel KF1:4.....	73
Gambar B.10 Hasil analisa EDS sampel F1:4.....	73
Gambar B.11 Hasil analisa XRD sampel K1:4	74
Gambar B.12 Hasil analisa XRD sampel KF1:1	74
Gambar B.13 Hasil analisa XRD sampel KF1:2	75
Gambar B.14 Hasil analisa XRD sampel KF1:4	75
Gambar B.15 Hasil analisa XRD sampel F1:4	75
Gambar B.16 Kurva analisa CV sampel K1:4.....	76
Gambar B.17 Kurva analisa CV sampel KF1:1	77
Gambar B.18 Kurva analisa CV sampel KF1:2	78
Gambar B.19 Kurva analisa CV sampel KF1:4	79
Gambar B.20 Kurva analisa CV sampel F1:4	80
Gambar B.21 Kurva analisa CV sampel KA komersil.....	81

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Klasifikasi Buah Salak	20
Tabel 3.1 Tabel Perancangan Eksperimen	34
Tabel 3.2 Tabel Kerja Penelitian	37
Tabel 4.1 Keterangan Kode Sampel.....	39
Tabel 4.2 Hasil Analisa EDS.....	46
Tabel 4.3 Nilai Kapasitansi Berbagai Variasi Sampel dan <i>Scan Rate</i>	51

INTISARI

Material *graphene* pertama kali ditemukan oleh ilmuwan asal Rusia, Andre Geim dan Konstantin Novoselov pada tahun 2004. *Graphene* diperoleh dengan cara pengelupasan grafit secara mekanik dengan menggunakan *scotch tape*. *Graphene* secara luas dapat diaplikasikan dalam beberapa bidang, yaitu sebagai sensor atau detektor, adsorben dalam proses adsorpsi, dalam bidang emisi elektron, sebagai superkapasitor, dalam bidang pembuatan *lithium-ion batteries*, sebagai fotokatalis, dan bidang lainnya. Metode umum lainnya yang digunakan untuk memproduksi *graphene* adalah dengan metode CVD (*Chemical Vapor Deposition*) dan metode *chemical exfoliation*. Sintesis-sintesis *graphene* tersebut masih kompleks dan membutuhkan biaya yang besar dalam proses produksi. Ketersediaan *graphene* dalam jumlah yang besar dan kualitas yang tinggi masih sulit diperoleh. Oleh karena itu, pada penelitian kali ini *graphene* ingin disintesis secara murah dan sederhana dengan kualitas yang baik melalui pendekatan sintesis komposit karbon aktif-*graphene*.

Sumber karbon yang digunakan dalam penelitian ini adalah biomassa berupa kulit salak. Komposit karbon aktif-*graphene* disintesis dengan menggunakan metode simultan grafitisasi aktivasi. Pada proses aktivasi digunakan senyawa kimia KOH untuk memberikan luas permukaan yang tinggi dan pada proses grafitisasi diberikan penambahan katalis FeCl₃ untuk memberikan sifat konduktif yang dimiliki oleh *graphene*. Dalam penelitian ini, komposit karbon aktif-*graphene* disintesis menggunakan variasi rasio massa kulit salak dengan massa KOH sebesar 1:1, 1:2, dan 1:4 dengan temperatur karbonisasi sebesar 800°C. Dilakukan juga sintesis tanpa adanya penggunaan zat pengaktivasi KOH dan tanpa penggunaan katalis sebagai sampel perbandingan. Setelah dilakukan sintesis, sampel yang terbentuk dianalisa dan diuji karakteristiknya. Karakteristik sampel dilakukan dengan menggunakan beberapa analisa, diantaranya analisa BET untuk mengetahui luas permukaan sampel, analisa SEM untuk mengetahui morfologi sampel yang terbentuk, analisa EDS untuk mengetahui unsur-unsur yang terdapat dalam sampel, analisa XRD untuk mengetahui kristalinitas sampel, dan analisa CV untuk mengetahui nilai kapasitansi sampel dengan penggunaan NiO sebagai sel elektroda.

Dari penelitian ini, sampel komposit karbon aktif-*graphene* memiliki kandungan karbon yang tinggi oleh karena adanya keberadaan zat pengaktivasi. Namun sampel yang terbentuk masih dalam struktur karbon amorf, bukan kristalin. Selain itu, sampel komposit karbon aktif-*graphene* memiliki bentuk morfologi berupa tumpukan lembaran (*layers*). Komposit karbon aktif-*graphene* dengan rasio massa kulit salak dengan KOH sebesar 1:2 menghasilkan luas permukaan paling besar (663,779 m²/g) dan juga memiliki kapasitansi yang paling besar (337 µF/g) pada *scan rate* 2 mV/s. Hal ini menandakan bahwa rasio tersebut merupakan kondisi yang paling optimal. Luas permukaan pada sampel komposit karbon aktif-*graphene* lebih rendah dibandingkan dengan sampel karbon aktif yang disintesis tanpa adanya penggunaan katalis, namun sampel komposit karbon aktif-*graphene* memiliki nilai kapasitansi yang lebih besar. Oleh karena itu, keberadaan zat pengaktivasi dan katalis grafitisasi secara bersamaan menurunkan luas permukaan dan menaikkan nilai kapasitansi.

ABSTRACT

Graphene was first discovered by Russian scientists, Andre Geim and Konstantin Novoselov in 2004. Graphene was obtained by mechanical exfoliating of graphite using scotch tape. Graphene is widely applicable in several fields, such as sensors or detectors, adsorbents in the adsorption process, in the field of electron emission, as supercapacitors, lithium-ion batteries, as photocatalysts, and other fields. Other common methods used to produce graphene are CVD (Chemical Vapor Deposition) method and chemical exfoliation method. These graphene synthesize methods are complex and have a high producing cost. The availability of graphene in large quantities and good quality is hard to obtain. Therefore, in the present research graphene with good quality is willing to be synthesized by activated carbon-graphene composite approach.

The carbon source used in this research was a biomass in the form of salacca peel. The activated carbon-graphene composite was synthesized by a simultaneous method of activation and graphitization. In the activation process KOH as activating agent was used to provide high surface area and on graphitization process the addition of FeCl_3 as catalyst was used to provide the conductive properties possessed by graphene. In this research, the activated carbon-graphene composite was synthesized using a mass ratio of salacca peel to KOH 1:1, 1:2, and 1:4 with carbonization temperature of 800°C . Activated carbon-graphene composite was also synthesized without KOH and without FeCl_3 as comparison. After the synthesis, the characteristics of each sample were analyzed and tested. Characteristics of each sample were performed using several analyzes, such as BET analysis to identify the surface area of the sample, SEM analysis to identify the sample morphology, EDS analysis to identify the elements contained in the sample, XRD analysis to identify the sample crystallinity, and CV analysis to identify the sample capacitance value using NiO as electrode.

From this research, the activated carbon-graphene composite sample had a high carbon composition due to the presence of the activating agent. However, the sample formed was still in amorphous carbon structure, instead of crystalline. Furthermore, activated carbon-graphene composites' morphology was mainly composed of layers that are stacked together. The activated carbon-graphene composites with mass ratio of salacca peel to KOH 1:2 had the largest surface area ($663,779 \text{ m}^2/\text{g}$) and also has the largest capacitance ($337 \mu\text{F}/\text{g}$) at scan rate $2 \text{ mV}/\text{s}$. This indicates that this ratio was the optimal condition in this experiment. The surface area of the activated carbon-graphene composite sample was lower than the activated carbon which synthesized without catalyst, but the activated carbon-graphene composite sample had larger capacitance. Therefore, the presence of the activating agent and the graphitization catalyst simultaneously decreases the surface area and increases the capacitance.

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Material *graphene* pertama kali ditemukan oleh ilmuwan asal Rusia, Andre Geim dan Konstantin Novoselov pada tahun 2004. *Graphene* diperoleh dengan cara pengelupasan grafit secara mekanik dengan menggunakan *scotch tape* yang merupakan alat semacam selotip atau perekat. Lapisan demi lapisan grafit atau karbon dikelupas dengan *scotch tape* kemudian direkatkan pada substrat silikon hingga diperoleh lapisan yang paling tipis berupa *graphene* (Artur & Paolo, 2013). *Graphene* ditemukan memiliki sifat yang sangat menakjubkan dan luar biasa. *Graphene* merupakan material paling tipis di dunia, namun memiliki kekuatan yang melebihi baja. Material ini disusun oleh satu lapis atom yang memiliki sifat konduktivitas tinggi, transparan dan fleksibel. Material lain memiliki salah satu sifat tersebut, namun *graphene* memiliki semuanya. *Graphene* secara luas dapat diaplikasikan dalam beberapa bidang, yaitu sebagai sensor atau detektor, adsorben dalam proses adsorpsi, dalam bidang emisi elektron, sebagai superkapasitor, dalam bidang pembuatan *lithium-ion batteries*, sebagai fotokatalis dan bidang lainnya. Keunggulan *graphene* yang dimanfaatkan pada aplikasi-aplikasi tersebut adalah karena *graphene* memiliki struktur poros, kemampuan transfer elektron yang cepat, luas permukaan spesifik yang besar, konduktivitas yang tinggi dan kapasitas penyimpanan energi yang sangat besar (Fan & Shen, 2015). Keunggulan *graphene* tersebut telah menarik perhatian di bidang akademik dan industri mengenai cara memperoleh material *graphene*.

Material *graphene* yang diperoleh dengan menggunakan *scotch tape* merupakan teknik yang rumit dan kompleks sehingga sulit untuk diperoleh dalam kuantitas atau skala yang besar. Metode umum lainnya yang digunakan untuk memproduksi *graphene* adalah dengan metode CVD (*Chemical Vapor Deposition*). *Graphene* diperoleh dari dekomposisi termal hidrokarbon, dimana *graphene* terbentuk pada permukaan tembaga atau nikel. Metode ini menggunakan teknologi yang tinggi sehingga membutuhkan biaya yang besar untuk memperoleh *graphene* (Ilhami & Susanti, 2014). Kemudian metode *chemical exfoliation*,

dimana grafit dioksidasi dan disonikasi dalam air sehingga terkelupas menjadi *graphene* oksida. *Graphene* oksida direduksi oleh senyawa hidrazin untuk menghilangkan ikatan oksigen menghasilkan *graphene*. Metode ini biayanya murah dan mampu diproduksi dalam jumlah besar, namun kualitas *graphene* yang dihasilkan rendah karena adanya bahan pereduksi yang tertinggal pada *graphene* (Bhattacharyya, 2012). Ketersediaan *graphene* dalam jumlah yang besar dan kualitas yang tinggi masih sulit diperoleh. Oleh karena itu, pada penelitian kali ini *graphene* ingin disintesis secara murah dan sederhana dengan kualitas yang baik.

Sintesis *graphene* dari biomassa menjadi solusi alternatif yang dapat digunakan. Biomassa merupakan limbah yang tidak terpakai dan dapat dengan mudah diperoleh sehingga tidak membutuhkan biaya yang besar. Sintesis *graphene* dari biomassa ini telah dilakukan oleh beberapa peneliti, diantaranya oleh Sun Li et al. dengan menggunakan biomassa berupa tempurung kelapa (Sun, et al., 2013), Lei Wang et al. dengan biomassa berupa batang jagung (Wang, et al., 2013) dan Jianhua Hou et al. dengan menggunakan biomassa berupa *silk* (Hou, 2015). Metode yang digunakan peneliti-peneliti tersebut adalah metode simultan grafitisasi aktivasi, yaitu proses dimana aktivasi dan grafitisasi dilakukan secara simultan.

Pada penelitian kali ini, biomassa yang digunakan adalah kulit salak. Penggunaan biomassa kulit salak untuk sintesis karbon aktif dengan aktivasi kimia senyawa KOH telah dilakukan sebelumnya oleh Vincent pada tahun 2015 dan menghasilkan luas permukaan karbon aktif yang besar, yaitu sekitar $1900 \text{ m}^2/\text{g}$ (Vincent, 2015). Karbon aktif yang diperoleh tersebut tidak konduktif, sehingga ingin disintesis komposit karbon aktif-*graphene* dengan luas permukaan yang besar dan juga memiliki nilai konduktivitas yang tinggi. Semakin tinggi nilai konduktivitas yang diperoleh maka akan meningkatkan nilai kapasitansi komposit karbon aktif-*graphene* dalam pengaplikasiannya sebagai superkapasitor (Widiatmoko, 2016). Elektroda yang digunakan dalam sel superkapasitor dapat berasal dari berbagai material, seperti karbon, polimer konduktif, dan logam transisi. Namun harga material elektroda tersebut cenderung mahal, sehingga dipilih alternatif NiO sebagai elektroda yang akan digunakan dalam penelitian kali ini. Keunggulan NiO sebagai elektroda yaitu memiliki konduktivitas yang tinggi dan menyediakan proses *charge-discharge* yang cepat di dalam kapasitor elektrokimia, sehingga akan meningkatkan nilai kapasitansi kapasitor (Teressa, et al., 2008). Pemanfaatan NiO sebagai sel elektroda pada kapasitor telah dilakukan sebelumnya

oleh Hadisaputra di tahun 2016 yang melakukan sintesis nanokarbon dari minyak kelapa sawit dengan proses *nebulized spray pyrolysis*, dari hasil penelitian yang menggunakan elektroda NiO tersebut diperoleh nilai kapasitansi sebesar 31,02 F/g (Hadisaputra, 2016). Oleh karena itu, pada penelitian kali ini ingin disintesis komposit karbon aktif-*graphene* dari kulit salak dengan menggunakan aktivasi kimia senyawa KOH dan penambahan katalis besi pada proses grafitisasi dengan menggunakan NiO sebagai elektroda sel superkapasitor. Metode yang digunakan adalah metode grafitisasi aktivasi secara simultan. Secara spesifik akan diteliti pengaruh dari rasio massa KOH dengan massa kulit salak dan pemberian katalis grafitisasi terhadap karakteristik komposit karbon aktif-*graphene*. Hasil yang diperoleh kemudian akan diuji karakteristik fisik dan elektrokimianya.

1.2 Tema Sentral Masalah

Belum banyak penelitian yang melakukan sintesis komposit karbon aktif-*graphene* dari kulit salak dengan menggunakan senyawa kimia KOH pada proses aktivasi dan penambahan katalis besi pada proses grafitisasi yang dilakukan secara simultan. Pada penelitian ini hasil penelitian akan dianalisis untuk mengetahui pengaruh variabel percobaan terhadap luas permukaan, kristalinitas, unsur dalam sampel, morfologi, dan kapasitansi sampel.

1.3 Identifikasi Masalah

1. Bagaimana pengaruh variasi rasio massa kulit salak dengan massa KOH terhadap karakteristik komposit karbon aktif-*graphene* yang diperoleh?
2. Bagaimana pengaruh dari penambahan katalis pada proses grafitisasi?
3. Bagaimana pengaruh penggunaan komposit karbon aktif-*graphene* sebagai elektroda dalam superkapasitor?

1.4 Premis

1. Proses karbonisasi tempurung kelapa dilakukan menggunakan *furnace* dengan adanya aliran nitrogen pada temperatur 750, 900, 1100°C (Wang, et al., 2013); (Sun, et al., 2013); (Wang, et al., 2013).

2. Rasio massa biomassa dan aktivasi kimia yang digunakan adalah 1:1; 1:2,5 dan 1:3 (Wang, et al., 2013); (Hou, Cao, Idrees, & Ma, 2015); (Sun, et al., 2013).
3. Elektroda yang digunakan adalah NiO dengan larutan elektrolit KOH (Sun, et al., 2013); (Hadisaputra, 2016).

1.5 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh variasi rasio massa kulit salak dengan massa KOH terhadap karakteristik komposit karbon aktif-*graphene*.
2. Mengetahui pengaruh dari penambahan katalis pada proses grafitisasi.
3. Mengetahui terbentuk atau tidaknya komposit karbon aktif-*graphene*.
4. Mengetahui pengaruh penggunaan komposit karbon aktif-*graphene* sebagai elektroda dalam superkapasitor.

1.6 Hipotesis

1. Kualitas karbon aktif yang diperoleh akan semakin meningkat seiring dengan peningkatan rasio massa KOH dengan massa kulit salak pada rasio optimalnya dan kemudian kualitasnya akan berkurang.
2. Penambahan katalis pada proses grafitisasi akan memberikan karakteristik *graphene* pada karbon aktif.
3. Kapasitansi sel superkapasitor akan meningkat dengan penggunaan komposit karbon aktif-*graphene* sebagai elektroda.

1.7 Manfaat Penelitian

1. Bagi Peneliti
 - Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa komposit karbon aktif-*graphene* dapat disintesis dari biomassa berupa kulit salak.
 - Mengetahui pengaruh penambahan katalis pada proses grafitisasi terhadap hasil sintesis komposit karbon aktif-*graphene*.
2. Bagi Industri

- Penelitian ini dapat memberikan solusi alternatif terhadap sintesis komposit karbon aktif-*graphene* yang lebih ekonomis dan efisien.
 - Bagi industri makanan yang menggunakan buah salak sebagai bahan bakunya, limbah kulit salak dapat dimanfaatkan.
3. Bagi Bidang Ilmu Pengetahuan dan Teknologi
- Menambah wawasan dan pengetahuan mengenai kemungkinan cara dan sumber karbon, yaitu biomassa berupa kulit salak yang dapat digunakan dalam sintesis komposit karbon aktif-*graphene*.

1.8 Batasan Masalah

1. Biomassa yang digunakan dalam sintesis komposit karbon aktif-*graphene* adalah kulit salak.
2. Sintesis komposit karbon aktif-*graphene* dilakukan dengan menggunakan aktivasi kimia senyawa KOH dan penambahan katalis besi pada proses grafitisasi.
3. Sintesis komposit karbon aktif-*graphene* dilakukan dengan melakukan variasi terhadap rasio massa kulit salak dengan massa KOH.
4. Elektroda positif yang digunakan dalam superkapasitor adalah NiO dan larutan elektrolit berupa KOH.