

**SINTESIS *N-DOPED CARBON* DARI *CHLORELLA*  
*VULGARIS* DENGAN *DOPANT UREA* DAN  
MELAMIN DAN AKTIVASI KIMIA DENGAN  
 $K_2CO_3$  DAN  $NaOH$  PADA  $700\text{ }^\circ\text{C}$**

**Laporan Penelitian**

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

Oleh :

**Kevin Febrian Sutandy (6141901011)**

Dosen pembimbing :

**Arenst A. Arie, S.T., S.Si., M.Sc., Ph.D.**

**Dr. Ir. Angela J. Kumalaputri, S.T., M.T.**

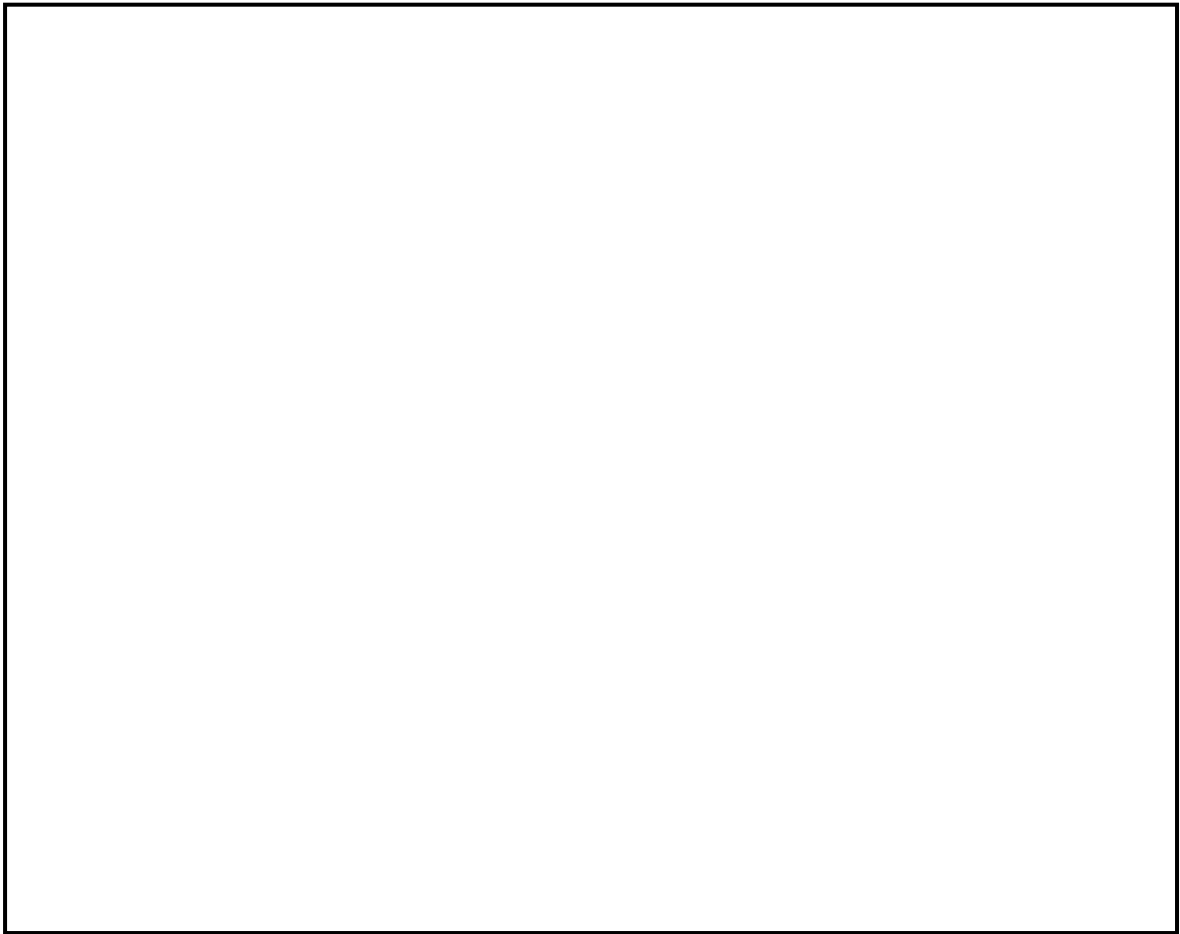


**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN  
BANDUNG  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN**

**JUDUL : SINTESIS *N-DOPED CARBON* DARI *CHLORELLA VULGARIS*  
DENGAN *DOPANT UREA* DAN MELAMIN DAN AKTIVASI KIMIA  
DENGAN  $K_2CO_3$  DAN  $NaOH$  PADA  $700\text{ }^\circ C$**

**CATATAN :**

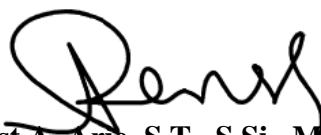


Telah diperiksa dan disetujui

Bandung, 31 Juli 2023

Pembimbing 1

Pembimbing 2



**Arenst A. Arie, S.T., S.Si., M.Sc., Ph.D.**

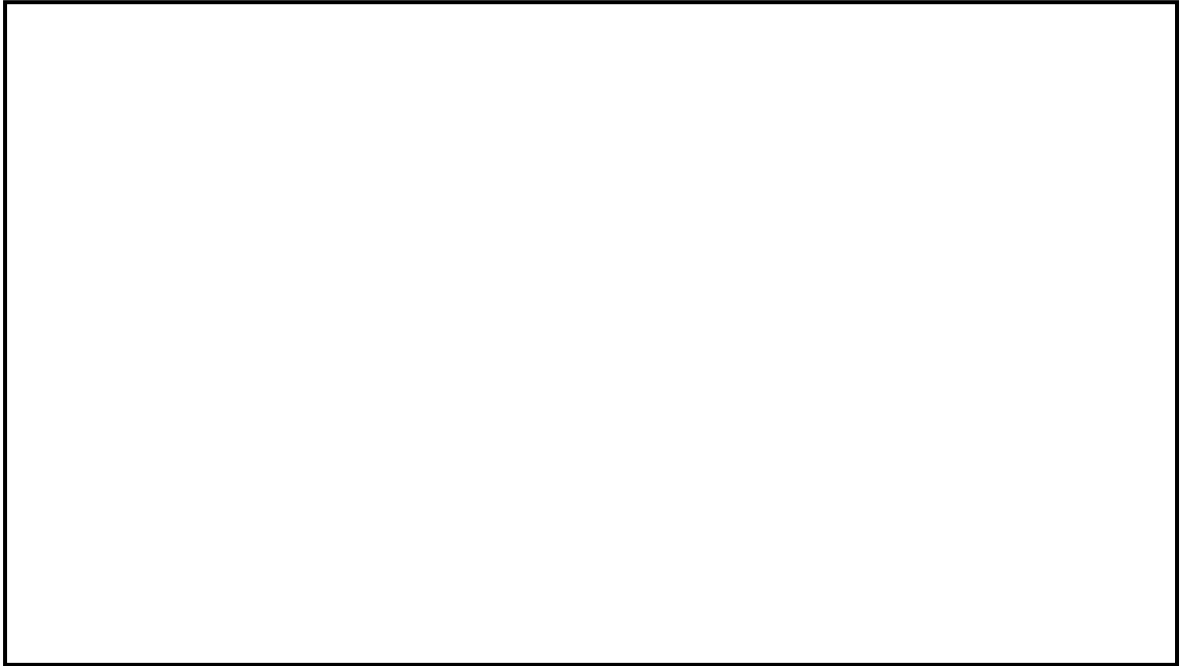


**Dr. Ir. Angela J. Kumalaputri, S.T., M.T.**

**LEMBAR REVISI**

**JUDUL : SINTESIS *N-DOPED CARBON* DARI *CHLORELLA VULGARIS*  
DENGAN *DOPANT UREA* DAN MELAMIN DAN AKTIVASI KIMIA  
DENGAN  $K_2CO_3$  DAN  $NaOH$  PADA  $700\text{ }^\circ C$**

**CATATAN :**



Telah diperiksa dan disetujui

Bandung, 21 Agustus 2023

Penguji 1



**Dr. Tedi Hudaya, S.T., M.Eng.Sc.**

Penguji 2



**I Gede Pandega Wiratama, S.T., M.T.**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK KIMIA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
UNIVERSITAS KATOLIK PARAHYANGAN**

## **SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Kevin Febrian Sutandy

NPM : 6141901011

dengan ini menyatakan bahwa laporan penelitian dengan judul:

**SINTESIS *N-DOPED CARBON* DARI *CHLORELLA VULGARIS* DENGAN  
*DOPANT UREA* DAN MELAMIN DAN AKTIVASI KIMIA DENGAN  $K_2CO_3$  DAN  
NAOH PADA 700 °C**

adalah hasil pekerjaan saya dan seluruh ide, pendapat atau 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 dengan peraturan yang berlaku.

Bandung, 30 Juli 2023



Kevin Febrian Sutandy  
(6141901011)

## INTISARI

*N-doped carbon* adalah salah satu bahan yang digunakan dalam pembuatan baterai. *N-doped carbon* dapat menggantikan logam berat beracun seperti nikel pada baterai lithium. Produksi *N-doped carbon* biasanya dilakukan dengan bahan dasar batubara. Proses tersebut menghasilkan emisi dan batubara merupakan sumber energi yang tidak terbarukan. Mikroalga *Chlorella vulgaris* dapat menjadi salah satu alternatif karena ketersediaannya yang banyak dan kandungan karbon di dalamnya. Pada penelitian ini dapat diketahui pengaruh *dopant* yang digunakan dan pengaruh aktivator yang digunakan terhadap kristalinitas, morfologi, dan komposisi nitrogen dari *N-doped carbon* yang dihasilkan.

*N-doped carbon* akan melewati proses sonikasi dan dilanjutkan dengan sintesis *hydrochar* bersama *doping* pertama dan aktivasi kimia bersama *doping* kedua. Sintesis *hydrochar* dilakukan di dalam reaktor *autoclave* pada temperatur 175 °C selama 24 jam dengan penambahan *dopant* (urea atau melamin) dengan rasio massa *Chlorella vulgaris* terhadap *dopant* sebesar 1:2. Aktivasi kimia dan *doping* kedua dilakukan menggunakan aktivator ( $K_2CO_3$  atau NaOH). Penambahan *dopant* dilakukan dengan rasio massa *hydrochar*, aktivator dan *dopant* sebesar 1:2:2 dengan temperatur aktivasi 700°C selama 1 jam di dalam *furnace*.

Melalui penelitian ini, didapatkan bahwa *yield* tertinggi *hydrochar* dari variasi *pre-treatment* adalah pada jenis variasi zat melamin tanpa sonikasi yaitu sebesar 37,5% namun terdapat perbedaan kualitas warna sedangkan pada variasi zat aditif urea *yield* tertinggi terdapat pada variasi urea dengan sonikasi yaitu sebesar 6,35%. Variasi yang menghasilkan *N-doped carbon* dengan persentase kristal tertinggi adalah zat aditif melamin dan aktivator  $K_2CO_3$  sebesar 33,41% kemudian untuk kandungan nitrogen tertinggi adalah variasi zat aditif urea dan aktivator  $K_2CO_3$  sebesar 8,06 %. Sedangkan *yield* tertinggi dari proses aktivasi terdapat pada zat aditif urea dan aktivator  $K_2CO_3$  yaitu sebesar 27%.

Kata kunci: *Chlorella vulgaris*, *doping*, *hydrochar*, aktivasi kimia, *N-doped carbon*

## **ABSTRACT**

*N-doped carbon is one of the materials used in making batteries. N-doped carbon able to replace toxic heavy metals such as nickel in lithium batteries. The production of N-doped carbon is usually carried out using coal as the main ingredient. This process produces emissions and coal is a non-renewable energy source. Microalgae *Chlorella vulgaris* can be an alternative regarding of its abundant availability and carbon content. In this research, it was possible to determine the effect of the doped used and the effect of the activator used on the crystallinity, morphology, and nitrogen composition of the N-doped carbon produced.*

*N-doped carbon will go through the sonication process and continue with hydrochar synthesis simultaneously with the first doping and chemical activation coincide with the second doping. Hydrochar synthesis was carried out in an autoclave reactor at 175 °C for 24 hours with the addition of dopant (urea or melamine) with a mass ratio of *Chlorella vulgaris* to dopant of 1:2. Chemical activation and second doping were carried out using an activator ( $K_2CO_3$  or NaOH). The addition of dopants was carried out with a mass ratio of hydrochar, activator and dopants of 1:2:2 with an activation temperature of 700°C for 1 hour in the furnace.*

*Through this research, the highest yield of hydrochar was found from the variation of melamine without sonication specifically gives 37.5%, but there was a difference in color quality, while for the variation of urea additive, the highest yield was found for the variation of urea with sonication specifically gives 6.35%. Variation that produce N-doped carbon with the highest crystal percentage is the type with melamine additive and  $K_2CO_3$  activator with amount 33.41%. Meanwhile, the highest yield from the activation process was found in the type of urea additive and  $K_2CO_3$  activator with amount 27%.*

*Keywords: *Chlorella vulgaris*, doping, hydrochar, chemical activation, N-doped carbon*

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yesus Kristus atas karunia dan penyertaan-Nya sehingga penulis dapat menyusun dan menyelesaikan laporan penelitian berjudul “**Sintesis *N-doped Carbon* dari *Chlorella vulgaris* dengan *Dopant Urea* dan *Melamin* dan *Aktivasi Kimia* dengan  $K_2CO_3$  dan  $NaOH$  pada  $700\text{ }^\circ C$ ” Laporan penelitian ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana Teknik Kimia, Universitas Katolik Parahyangan. Pada Kesempatan ini penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan laporan penelitian ini baik secara langsung maupun tidak langsung, khususnya kepada:**

1. Bapak Arenst A. Arie, S.T., S.Si., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan baik.
2. Ibu Dr. Ir. Angela J. Kumalapatni, S.T., M.T. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan bimbingan, pengarahan dan saran sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian dengan baik.
3. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan dan motivasi selama proses penyusunan laporan penelitian.
4. Rekan – rekan seperjuangan dan pihak lain yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang selalu memberikan dukungan dan semangat kepada penulis selama proses penyusunan laporan penelitian.

Akhir kata, penulis menyadari bahwa laporan penelitian ini jauh dari sempurna karena adanya keterbatasan waktu dan kemampuan penulis. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sehingga penulis dapat memperbaiki laporan penelitian ini. Penulis berharap laporan penelitian ini dapat memberikan informasi dan manfaat bagi semua pihak.

Bandung, 23 Agustus 2022

Penulis

# DAFTAR ISI

<i>COVER</i> .....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
LEMBAR REVISI.....	iii
SURAT PERNYATAAN.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL.....	x
INTISARI.....	xi
<i>ABSTRACT</i> .....	<i>xii</i>
PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tema Sentral Masalah.....	4
1.3 Identifikasi Masalah.....	4
1.4 Premis.....	4
1.5 Hipotesis.....	6
1.6 Tujuan.....	6
1.7 Manfaat Penelitian.....	6
1.8 Batasan Masalah.....	7
TINJAUAN PUSTAKA.....	8
2.1 Mikroalga.....	8
2.1.1 <i>Chlorella vulgaris</i> .....	9
2.2 Karbon Berpori.....	10
2.3 Pemecahan Dinding Sel Mirkoalga.....	12



2.4 <i>Hydrochar</i> .....	12
2.5 Sintesis <i>Hydrochar</i> .....	13
2.5.1 Pirolisis .....	13
2.5.2 Hidrotermal.....	14
2.5.3 Perbandingan Metode Pirolisis dan HTC .....	17
2.6 Aktivasi Karbon.....	17
2.7 <i>Doping</i> .....	20
2.8 Metode Karakterisasi.....	21
<b>METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	24
3.1 Tahap Penelitian .....	24
3.2 Bahan Baku dan Alat Penelitian.....	24
3.3 Variasi Variabel Penelitian.....	26
3.4 Prosedur Penelitian .....	26
3.4.1 <i>Pre-Treatment</i> Bahan Baku .....	26
3.4.2 Sintesis Karbon Aktif .....	26
3.4.3 Aktivasi Karbon Aktif .....	28
3.4.4 Karakterisasi .....	29
3.5 Lokasi dan Jadwal Kerja Penelitian .....	29
<b>PEMBAHASAN</b> .....	31
4.1 <i>Hydrochar</i> dengan Hidrotermal Karbonisasi (HTC).....	31
4.1.1 Pengaruh Sonikasi Terhadap perolehan <i>hydrochar</i> .....	31
4.1.2 Pengaruh Temperatur HTC .....	34
4.2 Karbon Aktif dengan Aktivasi pada Temperatur 700°C .....	35
4.2.1 Perbandingan Karbon Aktif Secara Fisik .....	35
4.2.2 Karbon Aktif dari Aktivasi pada Temperatur 700°C.....	37
4.2.3 Karakterisasi SEM.....	38

4.2.4 Karakteristik Karbon Aktif .....	39
4.2.5 Karakterisasi XRD .....	40
KESIMPULAN DAN SARAN .....	43
5.1 Kesimpulan .....	43
5.2 Saran .....	43
DAFTAR PUSTAKA .....	44
<i>MATERIAL SAFETY DATA SHEET</i> .....	49
A.1 Etanol 95%-v/v .....	49
A.2 Kalium Karbonat .....	50
A.3 Melamin .....	50
A.4 Nitrogen .....	51
A.5 Sodium Hidroksida .....	52
A.6 Urea .....	53
HASIL ANTARA .....	55
B.1 Data <i>Yield hydrochar</i> Melalui Proses Karbonisasi Hidrotermal (HTC) .....	55
B.2 Data <i>Yield N-Doped Carbon</i> Dengan Aktivasi Kimia pada 700 °C .....	61
CONTOH PERHITUNGAN .....	62
C.1 <i>Yield Rata – Rata hydrochar</i> .....	62
C.2 <i>Yield Rata – Rata N-Doped Carbon</i> .....	62
C.3 Tingkat Kesuksesan HTC .....	62

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Permintaan baterai dunia .....	1
Gambar 2.1 Mekanisme pirolisis.....	14
Gambar 2.2 Klasifikasi hidrotermal biomassa .....	15
Gambar 2.3 Jalur reaksi pada proses HTL .....	16
Gambar 2.4 Perbandingan agen pengaktif CO <sub>2</sub> dan <i>steam</i> .....	18
Gambar 2.5 Perbandingan agen pengaktif CO <sub>2</sub> dan <i>steam</i> .....	18
Gambar 2.6 Skema alat XRD .....	22
Gambar 2.7 Skema alat SEM .....	23
Gambar 3.1 Reaktor <i>autoclave</i> .....	25
Gambar 3.2 <i>Furnace</i> .....	25
Gambar 3.3 Skema proses <i>pre-treatment</i> mikroalga <i>Chlorella vulgaris</i> .....	26
Gambar 3.5 Skema proses aktivasi karbon aktif .....	28
Gambar 4.1 Perbandingan <i>hydrochar</i> dengan zat aditif melamin dengan variasi sonikasi dan tanpa sonikasi .....	32
Gambar 4.2 HTC terhadap melamin.....	33
Gambar 4.3 Perolehan <i>bio oil</i> dengan HTC pada temperatur 200°C.....	34
Gambar 4.4 Perbandingan karbon aktif setiap variasi.....	36
Gambar 4.5 Perbandingan warna karbon aktif secara fisik.....	36
Gambar 4.6 Hasil karakterisasi SEM .....	38
Gambar 4.7 Data XRD sampel karbon aktif.....	40
Gambar 4.8 Hasil XRD secara teoritis .....	41

## DAFTAR TABEL

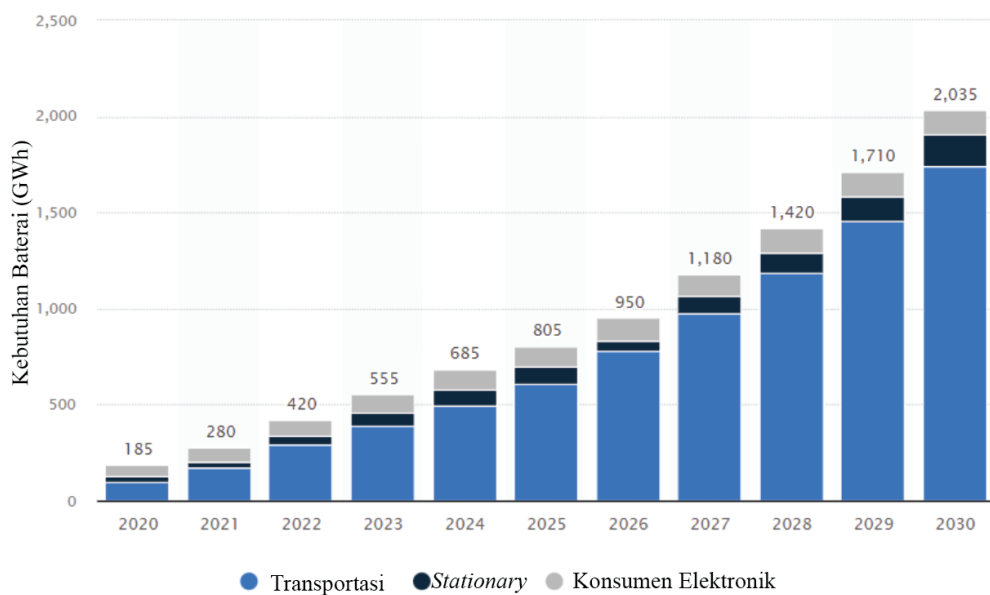
Tabel 1.1 Hasil Percobaan Aktivasi dengan Zat Aditif dari Berbagai Sumber.....	5
Tabel 2.1 Kandungan Mikroalga .....	8
Tabel 2.2 Komposisi Elemen Mikroalga .....	9
Tabel 2.3 Klasifikasi <i>Chlorella vulgaris</i> .....	9
Tabel 2.4 Komposisi <i>Chlorella vulgaris</i> .....	10
Tabel 2.5 Perbedaan Berbagai Jenis Pirolisis .....	13
Tabel 3.1 Tabel Variasi Variabel Penelitian.....	26
Tabel 3.2 Jadwal Kerja Penelitian .....	30
Tabel 4.1 Pengaruh <i>Pre-treatment</i> terhadap <i>Yield</i> HTC.....	31
Tabel 4.2 <i>Yield</i> HTC pada Variasi Temperatur .....	35
Tabel 4.3 Perolehan Karbon Aktif dengan Aktivasi pada Temperatur 700 °C .....	37
Tabel 4.4 Komposisi Penyusun Karbon Aktif.....	39
Tabel 4.5 Kristalinitas Sampel .....	41
Tabel B.1 Data Percobaan karbonisasi Hidrotermal .....	55
Tabel B.2 Data Percobaan Aktivasi Kimia pada Temperatur 700 °C .....	61

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Penelitian terkait sumber energi baru terus dilakukan. Sebelumnya sumber energi manusia didominasi dari bahan bakar fosil. Dari sekitar tahun 1990, data di Cina menunjukkan bahwa 90% konsumsi energi berasal dari bahan bakar fosil (Hu, dkk.,2012). Bahan bakar fosil dapat habis dan selain itu juga menghasilkan emisi berupa CO<sub>2</sub>. Dengan begitu, penting untuk menemukan sumber energi yang lebih ramah lingkungan dan juga terbarukan. Sumber energi baru yang banyak dikembangkan adalah sumber energi listrik yang berasal dari sumber yang dapat diperbaharui seperti air, matahari, dan mikroorganisme. Sumber energi listrik dapat digunakan pada berbagai hal seperti pada mesin kendaraan dan alat-alat elektronik lain yang digunakan untuk mempermudah pekerjaan manusia. Penggunaan energi listrik tidak lepas dari baterai. Gambar 1.1 menjelaskan perkiraan kebutuhan baterai dari tahun 2020 hingga 2030.



**Gambar 1.1** Permintaan baterai dunia (Placek, 2022)

Berdasarkan Gambar 1.1 diperkirakan kebutuhan baterai diperkirakan akan terus meningkat. Peningkatan kebutuhan baterai paling banyak pada aplikasi untuk kebutuhan transportasi. Karena kebutuhan akan baterai meningkat dan semakin pentingnya baterai

untuk memfasilitasi penggunaan energi listrik, perlu peningkatan juga dari segi kualitas baterai agar penggunaannya dapat lebih efektif lagi.

Baterai digolongkan menjadi 2 jenis yaitu baterai primer dan baterai sekunder. Di antara berbagai baterai sekunder, baterai jenis *ion-lithium* adalah baterai isi ulang yang saat ini paling banyak dan populer. Baterai jenis ini biasa digunakan pada alat elektronik mudah alih karena menghasilkan energi *output* yang baik, tidak ada efek memori dan hanya sedikitnya energi yang berkurang saat tidak digunakan (Afif, dkk., 2015). Oleh karena itu banyak dikembangkan penelitian untuk mencari material elektroda yang menghasilkan baterai yang paling baik. Dalam perkembangannya, karbon aktif banyak dipelajari sebagai material elektroda baterai berdasarkan sifat konduktivitas, kekuatan mekanik, dan luas permukaan yang baik (Wu, dkk., 2018). *N-doped carbon* dikembangkan dan menjadi material anoda yang paling baik pada produksi baterai *ion-lithium*. *N-doped carbon* menjadi anoda yang paling baik karena kandungan nitrogen yang terikat pada karbon menjadikan bahan ini memiliki sifat konduktivitas yang lebih tinggi dibanding material karbon itu sendiri. Selain itu juga bahan *N-doped carbon* berinteraksi dengan ion Li lebih kuat dibandingkan dengan karbon (Jeong, dkk., 2011).

Meningkatnya kebutuhan baterai untuk kendaraan atau alat dengan energi listrik memicu terjadinya kebutuhan untuk meningkatkan kualitas baterai *ion-lithium*. Seiring berjalannya penelitian diciptakanlah baterai dengan mengganti bagian katoda pada baterai *lithium* dengan sulfur. Sulfur dipilih karena keberadaannya di bumi yang melimpah. Selain itu juga sulfur adalah material yang secara teori memiliki kapasitas tertinggi di antara material padat lainnya yaitu sebesar  $1675 \text{ mAhg}^{-1}$ . Baterai *lithium-sulfur* (Li-S) menghasilkan energi 400 hingga  $600 \text{ Wh kg}^{-1}$ . Jumlah energi ini lebih besar 2 hingga 3 kali lipat dibandingkan dengan baterai ion *lithium* biasa (Manthiram, dkk., 2013). Berdasarkan Wu dkk. (2018) baterai *lithium-sulfur* memiliki kekurangan di antaranya:

1. Insulasi *sulfur* tidak baik sebagai elektroda terutama pada arus tinggi yaitu melebihi 1000mA.
2. Terdapat pemecahan *polysulfides* pada elektroda yang menyebabkan bahan aktif hilang dan fenomena *polysulfide shuttle* yang menyebabkan berkurangnya kapasitas dan efisiensi.
3. Ekspansi volume saat proses pengisian daya menyebabkan baterai tidak stabil.

Untuk mengatasi masalah tersebut, penelitian terhadap baterai *lithium-sulfur* dikembangkan dan didapati dengan penambahan *N-doped carbon* (bahan dengan konduktivitas tinggi sebagai tambahan pada katoda) dapat meningkatkan konduktivitas elektroda *sulfur* dengan *output* sebesar 1,7 hingga 2,8 Volt (Wu dkk., 2018). Dengan begitu *N-doped carbon* menjadi penting untuk produksi dan pengembangan baterai. *N-doped carbon* yang baik adalah yang memiliki konduktivitas yang tinggi. Konduktivitas bahan ini sebanding dengan komposisi nitrogen dan kristalinitas dari bahan. Semakin tinggi komposisi nitrogen dan kristalinitas bahan maka konduktivitas dari *N-doped carbon* juga semakin tinggi (Marsh dan Rodríguez-Reinoso, 2006). Dalam pembuatan baterai umumnya memiliki rentang komposisi Nitrogen adalah 1-10% sedangkan kristalinitas memiliki rentang pada 20-60%.

Bahan utama untuk pembuatan *N-doped carbon* adalah karbon aktif. Karbon aktif banyak dibuat dari batu bara kualitas rendah (Marsh dan Rodríguez-Reinoso, 2006). Biomassa menjadi salah satu opsi yang paling baik untuk memproduksi karbon aktif. Selain itu biomassa tidak menghasilkan emisi CO<sub>2</sub>. Di antara berbagai sumber, mikroalga paling berpotensi untuk mendapatkan biomassa karena berbagai kelebihan yang dimilikinya (Hu, dkk., 2012).

Mikroalga adalah organisme berukuran kecil yang dapat berfotosintesis dan dapat mengonversi sinar matahari, air, dan CO<sub>2</sub> menjadi biomassa (Chisti, 2008). Kelebihan mikroalga adalah reproduksinya yang cepat. Mikroalga dapat menggandakan jumlah biomasanya dalam 3,5 jam. Proses ini juga dapat berlangsung terus menerus selama 24 jam (Chisti, 2007). Secara alamiah mikroalga hidup di perairan (Safi dkk., 2014). Indonesia memiliki wilayah laut yang luas. Pada *United Nation Convention on the Law of the Sea* (UNCLOS) tahun 1982, Luas laut Indonesia ditetapkan seluas 3.257.357 km<sup>2</sup> (Saksono, 2013). Hal ini menjadi potensi yang baik untuk Indonesia. Di antara berbagai mikroalga yang ditemukan di Indonesia, *Chlorella vulgaris* merupakan salah satu mikroalga yang cocok untuk dijadikan bahan baku karbon aktif karena ketersediaannya yang banyak dan perkembangbiakannya yang cepat (Zahir, 2011). Selain itu juga kandungan karbon pada *Chlorella vulgaris* cukup tinggi yaitu sebesar 16,09 % beratnya yang menyebabkan *Chlorella vulgaris* berpotensi sebagai bahan baku karbon aktif (Sukoyo, dkk., 2019). Jika dibandingkan biaya pembuatan *Chlorella vulgaris* menjadi karbon aktif lebih tinggi dibandingkan bahan baku lain seperti pati dan karagenan namun *Chlorella vulgaris* memiliki

kelebihan yaitu dapat diproduksi di lahan yang lebih kecil dan pertumbuhan *Chlorella vulgaris* yang cepat juga dapat membantu dalam membersihkan air (Kumar, dkk., 2018).

Struktur dinding sel setiap mikroalga memiliki karakteristik yang berbeda. Mikroalga *Chlorella vulgaris* dikenal memiliki dinding sel yang keras yang dapat mengganggu proses pembuatan karbon aktif. Karena itu dibutuhkan *pre-treatment* tambahan untuk merusak dinding sel untuk meningkatkan kualitas karbon aktif yang dihasilkan. *Pre-treatment* tambahan dapat berupa pemanasan dengan autoklaf, penumbukan dengan *bead beating*, pemanasan dengan *microwave*, sonikasi, dan osmosis dengan NaCl. Namun pada jenis mikroalga *Chlorella vulgaris* metode paling umum yang biasa dilakukan adalah pemanasan dengan atau dengan sonikasi (Lee dkk., 2010; Melanie dkk., 2015).

## 1.2 Tema Sentral Masalah

Hingga saat ini penelitian tentang penambahan zat aditif pada *N-doped carbon* dari mikroalga dengan aktivasi kimia belum dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jenis zat aditif berupa melamin atau urea pada sintesis karbon serta dikombinasikan dengan aktivator  $K_2CO_3$  atau NaOH. Jika pada *N-doped carbon* yang diperoleh dapat memiliki nitrogen dan porositasnya besar tanpa merubah struktur morfologi dan kristalinitasnya, mikroalga dapat dijadikan sebagai potensi baru salah satu bahan pembuat baterai menggantikan batu bara.

## 1.3 Identifikasi Masalah

1. Bagaimana pengaruh *pre-treatment* berupa sonikasi pada perolehan *N-doped carbon*?
2. Bagaimana pengaruh zat pengaktif pada proses aktivasi terhadap morfologi, kristalinitas, dan kandungan nitrogen pada *N-doped carbon*?
3. Bagaimana pengaruh penambahan zat urea atau melamin terhadap morfologi, kristalinitas dan kandungan nitrogen pada *N-doped carbon*?

## 1.4 Premis

Tabel 1.1 merupakan hasil penelitian pembuatan *N-doped carbon* dengan penentuan karakteristik perolehan porositas dan *doping*. Tabel ini menjadi pembanding terhadap penelitian yang akan dilakukan. Pada Tabel 1.1 rasio merupakan perbandingan bahan baku, dopan, dan aktivator secara berurutan.



**Tabel 1.1** Hasil Percobaan Aktivasi dengan Zat Aditif dari Berbagai Sumber

Bahan baku	Aktivator	Aditif	Rasio massa	Doping (% massa)	S <sub>BET</sub> (m <sup>2</sup> /g)	Referensi
Lignin	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Urea	1:1:1	6,3	3041	(Schneidermann dkk., 2017)
Lignin	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Urea	1:1:2	6	2633	(Schneidermann dkk., 2017)
Lignin	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Urea	1:1:0,5	7	2169	(Schneidermann dkk., 2017)
Lignin	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Urea	1:2:1	8,6	2139	(Schneidermann dkk., 2017)
Lignin	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Urea	1:4:1	8,7	1993	(Schneidermann dkk., 2017)
Glukosa	K <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Melamin	1:1,8:2	17,3	1240	(Sevilla dkk., 2018)
Glukosa	K <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Melamin	1:2,3:2	15,4	1520	(Sevilla dkk., 2018)
Glukosa	K <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Melamin	1:2,7:2	3,8	3310	(Sevilla dkk., 2018)
Glukosa	K <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Melamin	1:3,6:2	2,7	3460	(Sevilla dkk., 2018)
Glukosa	K <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Melamin	1:3,6:1	1	3470	(Sevilla dkk., 2018)
Glukosa	K <sub>2</sub> C <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Melamin	1:3,6:3	20,6	870	(Sevilla dkk., 2018)
Lignin	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Urea	1:1:1	6,3	3199	(Schneidermann dkk., 2019)
Lignin	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Melamin	1:1:1	11,9	1978	(Schneidermann dkk., 2019)
Lignin	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Urea dan Melamin	1:0,5:0,5:0,5	7,7	2629	(Schneidermann dkk., 2019)
<i>Chlorella pyrenoidosa</i>	-	Urea	1:2	5,35	-	(Mandala, 2021)

S<sub>BET</sub>: luas permukaan Brunauer–Emmett–Teller

### 1.5 Hipotesis

1. Sonikasi sebelum proses sintesis karbon akan menghasilkan perolehan *N-doped carbon* lebih besar.
2. Aktivasi dengan agen pengaktif  $K_2CO_3$  tidak berpengaruh signifikan terhadap morfologi dan kristalinitas *N-doped carbon*.
3. Peningkatan zat aditif memberikan kandungan nitrogen yang lebih besar namun tidak berpengaruh signifikan terhadap morfologi dan kristalinitas *N-doped carbon*.

### 1.6 Tujuan

1. Mempelajari pengaruh sonikasi pada proses sintesis karbon terhadap perolehan *N-doped carbon*.
2. Mempelajari pengaruh zat pengaktif dengan  $K_2CO_3$  dan NaOH pada proses aktivasi terhadap morfologi, kristalinitas, dan kandungan nitrogen *N-doped carbon*.
3. Mempelajari pengaruh zat aditif dengan urea atau melamin pada proses sintesis karbon dan aktivasi terhadap perolehan morfologi, kristalinitas, dan kandungan nitrogen pada *N-doped carbon*.

### 1.7 Manfaat Penelitian

Melalui penelitian ini dapat beberapa manfaat terhadap berbagai pihak sebagai berikut.

1. Untuk negara: Menciptakan sumber daya baru yang terbaharukan dan dapat dikembangkan di negara Indonesia yaitu mikroalga *Chlorella vulgaris* yang bisa menjadi salah satu potensi negara Indonesia.
2. Untuk industri: Menghasilkan bahan baku baterai litium yang baru melalui sumber daya yang dapat terbaharukan.
3. Untuk masyarakat: Menghasilkan potensi sumber ekonomi baru untuk Bangsa Indonesia karena mikroalga *Chlorella vulgaris* cocok untuk kultur di Indonesia.
4. Untuk ilmu pengetahuan: Memberikan pengetahuan mengenai pemanfaatan mikroalga *Chlorella vulgaris* untuk pembuatan karbon aktif sebagai bahan baku baterai litium. Mempelajari pengaruh variasi agen pengaktif, zat aditif, dan rasio zat aditif dengan urea atau melamin pada proses hidrotermal karbonisasi terhadap karakterisasi karbon aktif yang diperoleh.

### 1.8 Batasan Masalah

1. Material yang digunakan sebagai bahan baku *N-doped carbon* adalah bubuk mikroalga *Chlorella vulgaris*.
2. Sintesis karbon dengan hidrotermal karbonisasi akan dilakukan dengan jenis bahan aditif bervariasi antara urea dan melamin.
3. Dilakukan proses *pre-treatment* berupa sonikasi atau sonikasi sebelum proses hidrotermal.
4. Aktivasi kimia dengan jenis aktivator bervariasi antara  $K_2CO_3$  dan NaOH serta temperatur *furnace* 700 °C.