

**SINTESIS POROUS CARBON DARI KAPPA  
KARAGENAN DENGAN KARBONISASI  
HIDROTERMAL DAN AKTIVASI KIMIA  $K_2CO_3$**

**Laporan Penelitian**

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

oleh :

**Tjen, Gerry Filip Heriyawan**

(6141901012)

Pembimbing :

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



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

**2023**



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

**LEMBAR PENGESAHAN**

Nama : Tjen, Gerry Filip Heriyawan

NPM : 6141901012

Judul : Sintesis Porous Carbon dari Kappa Karagenan dengan Karbonisasi Hidrotermal dan Aktivasi Kimia  $K_2CO_3$

**CATATAN :**

---

---

---

---

---

---

---

---

Telah diperiksa dan disetujui,

Bandung, 14 Januari 2023

Pembimbing

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



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

**LEMBAR REVISI**

Nama : Tjen, Gerry Filip Heriyawan

NPM : 6141901012

Judul : Sintesis Porous Carbon dari Kappa Karagenan dengan Karbonisasi Hidrotermal dan Aktivasi Kimia  $K_2CO_3$

**CATATAN :**

Bab 1: penjelasan identifikasi masalah, hipotesis, dan tujuan

Bab 3: Lokasi dan waktu kerja penelitian

4.1 Penulisan sub-judul, Tabel 4.1

4.2 Tabel 4.2, perbandingan *porous carbon* percobaan dengan literatur aktivator KOH

4.2.1 Tabel 4.3, perbandingan daya adsorpsi dengan aktivator serupa

4.2.2 Ukuran partikel *microsphere* dan pengaruh kenaikan massa aktivator

4.2.3 Penjelasan puncak amorf XRD dan perbandingan dengan literatur

4.2.4 Penjelasan kadar nitrogen dalam analisis EDS dan perbandingan literatur

Bab 5: Urutan kesimpulan mengikuti tujuan

Telah diperiksa dan disetujui

Bandung, 13 Februari 2023

Penguji 1

Dr. Ir. Asaf Kleopas Sugih

Penguji 2

Ir. Y.I.P. Arry Miryanti, M.Si.



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

### **SURAT PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Tjen, Gerry Filip Heriyawan

NPM : 6141901012

Dengan ini meenyatakan bahwa proposal penelitian dengan judul :

**Sintesis *Porous Carbon* dari Kappa Karagenan dengan Karbonisasi Hidrotermal dan  
Aktivasi Kimia  $K_2CO_3$**

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 Januari 2023

Tjen, Gerry Filip Heriyawan

(6141901012)

## INTISARI

Dalam industri, *porous carbon* memiliki berbagai fungsi seperti sebagai *support catalyst*, adsorben, filter, membran, elektroda dan *superkapasitor*. *Porous carbon* yang umumnya menggunakan bahan baku batu bara yang tidak diperbaharukan sehingga digunakan bahan baku pengganti yang lebih ramah lingkungan dan dapat diperbaharukan. Pemakaian karagenan sebagai bahan baku pembuatan *porous carbon* masih sangat jarang digunakan dalam industri kimia, padahal di Indonesia banyak perusahaan yang menghasilkan karagenan sebesar 75% dari bahan baku rumput laut kering yang ada. Berdasarkan penelitian sebelumnya, jenis kappa karagenan dipilih karena menghasilkan *yield* yang paling besar dibandingkan jenis lainnya. Proses sintesis *porous carbon* dilakukan dengan karbonisasi hidrotermal untuk menghasilkan *hydrochar* lalu dilanjutkan dengan aktivasi kimia untuk meningkatkan luas permukaan *porous carbon* dengan meningkatkan pembentukan porositas pada karbon. Pemakaian aktivator  $K_2CO_3$  sebagai pengganti KOH didasarkan sifatnya yang lebih ramah lingkungan namun memiliki mekanisme yang mirip dan luas permukaan *porous carbon* yang lumayan mendekati aktivator KOH

Penelitian kali ini dilakukan untuk melihat pengaruh perbedaan rasio antara massa *hydrochar* dan massa aktivatornya. Pada tahap awal karbonisasi hidrotermal dilakukan pada suhu  $200^\circ C$  selama 24 jam, lalu *hydrochar* yang dihasilkan dilanjutkan dengan proses aktivasi kimia pada suhu  $600^\circ C$  kondisi inert menggunakan gas  $N_2$  serta variasi rasio massa *hydrochar* terhadap aktivator  $K_2CO_3$  1:1, 1:2, dan 1:3 di dalam furnace. *Porous carbon* yang dihasilkan akan dianalisis *yield* serta karakteristiknya menggunakan metode ADS, SEM, EDS, dan XRD.

Berdasarkan analisis yang dilakukan terhadap setiap produk *porous carbon*, kenaikan masaa aktivator menghasilkan sampel dengan *yield* yang lebih kecil, namun memiliki daya adsorpsi yang lebih tinggi. *Porous carbon* dengan rasio massa  $K_2CO_3$  : *hydrochar* 3:1, dihasilkan *yield* sebesar 30,45% dengan daya adsorpsi terhadap *methylene blue* 69,368 mg/g. Lalu dari hasil analisis SEM-EDS, seluruh produk *porous carbon* memiliki bentuk *microshpere* dengan persentase karbon yang mencapai 91,45% hingga 92,41%. Kemudian melihat dari analisis XRD, seluruh sampel *porous carbon* memiliki struktur amorf dengan kadar 70,57% hingga 72,35%. Dari hasil analisis tersebut menunjukkan bahwa *porous carbon* yang dihasilkan dapat menjadi adsorben yang baik.

Kata kunci: *porous carbon*, karagenan, hidrotermal, aktivasi kimia, rasio

## **ABSTRACT**

*In almost every industry, porous carbon has multiple function such as become a catalyst support, adsorbent, filter media, membrane, electrode base, and supercapacitor. Porous carbon usually unrenovable base such as coal. Therefore, changing the precursor into renewable and environment friendly material is needed. Carrageenan is rarely used as precursor in industrial scale of porous carbon production. Even though, it has a massive production in Indonesia. The production can reach around 75% from dried seaweed. From the latest study, kappa carrageenan possess higher yield porous carbon compared to other kind of carrageenan. The production of porous carbon will undergo two main processes, which is hydrothermal carbonization to produce hydrochar and chemical activation to increase the surface area and porosity of the carbon. To activate the hydrochar,  $K_2CO_3$  will be used to replace KOH for its environment friendly and has same mechanism with KOH in creating porosity.*

*In this study, the effect of mass ratio between hydrochar and activator will be the main concern. First, the hydrothermal carbonization will be held at  $200^\circ C$  for 24 hours, and then the produced hydrochar activated in a tube furnace at  $600^\circ C$  for 2 hours in inert condition with  $N_2$ . For the mass ratio of hydrochar and activator, 1:1, 1:2, and 1:3 ratio will be used. Later the porous carbon product will be analysed with ADS, SEM-EDS, and XRD*

*Based on the analysis of the porous carbon product, increasing the activator mass will lead to lower yield, but has a better adsorption capacity. At 1:3 mass ratio of hydrochar and  $K_2CO_3$  activator produce 30,45% yield and has 69,368 mg/g adsorption capacity of methylene blue. For the SEM-EDS analysis, every porous carbon product has microsphere shape with high carbon content about 91,45% - 92,41%. In XRD analysis, every sample of porous carbon is amorphous carbon which reach 70,57% - 72,35% with low crystallinity. From this analysis, the produced porous carbon can be a good adsorbent.*

*Keywords: porous carbon, carrageenan, hydrothermal, chemical activation, ratio*

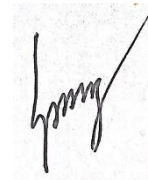
## KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas anugerah-Nya penulis dapat menyelesaikan proposal penelitian yang berjudul “**Sintesis Porous Carbon dari Kappa Karagenan dengan Karbonisasi Hidrotermal dan Aktivasi Kimia  $K_2CO_3$** ”. Proposal penelitian ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat untuk mencapai gelar sarjana Teknik Kimia, Universitas Katolik Parahyangan. Penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak – pihak yang telah membantu penulis dalam penyusunan proposal penelitian ini, 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 proposal penelitian dengan baik.
2. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan dan motivasi selama proses penyusunan proposal penelitian.
3. Teman – teman yang selalu memberikan dukungan dan semangat selama proses penyusunan proposal penelitian.
4. Semua pihak yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang ikut membantu dalam penyusunan proposal penelitian.

Penulis menyadari bahwa proposal ini masih memiliki banyak kekurangan karena adanya keterbatasan waktu dan kemampuan. Oleh karena itu, dengan senang hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun sehingga penulis dapat memperbaiki proposal penelitian ini. Akhir kata, penulis berharap proposal penelitian ini dapat memberikan informasi dan manfaat bagi banyak pihak.

Bandung, 30 Januari 2023



Tjen, Gerry Filip Heriyawan

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
SURAT PERNYATAAN.....	iii
LEMBAR REVISI.....	iv
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vi
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR TABEL .....	x
INTISARI.....	xi
<i>ABSTRACT</i> .....	xii
BAB 1 .....	1
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 .....	7
1.6. Tujuan Penelitian .....	7
1.7. Manfaat Penelitian .....	7
BAB 2.....	9
2.1 Karbon .....	9
2.2 Porous Carbon.....	11



2.3 Karagenan .....	13
2.4. Sintesis Porous Carbon .....	14
2.5. Karbonisasi .....	15
2.5.1.Pirolisis.....	15
2.5.2. Hidrotermal .....	17
2.6. Aktivasi Karbon.....	19
2.6.1. Aktivasi Secara Fisika.....	20
2.6.2. Aktivasi Secara Kimia.....	21
2.7. Karakterisasi <i>Porous Carbon</i> .....	26
2.7.1. Adsorpsi Isoterm BET / <i>Brunauer-Emmet-Teller Method</i> .....	26
2.7.2. <i>Scanning Electron Microscope – Dispersive X-ray Spectroscopy (SEM-EDS)</i> .....	26
2.7.2 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	28
BAB 3.....	30
3.1. Tahap Penelitian .....	30
3.2. Alat dan Bahan.....	30
3.2.1. Alat .....	30
3.2.2. Bahan.....	30
3.3. Rangkaian Alat .....	31
3.4. Prosedur Penelitian .....	32
3.4.1. Karbonisasi Hidrotermal .....	32
3.4.2. Aktivasi Kimia .....	33
3.4.3. Analisis <i>Porous Carbon</i> .....	34
3.5. Rancangan Percobaan .....	36
3.6. Lokasi dan Waktu Kerja Penelitian .....	36
BAB 4.....	38
PEMBAHASAN.....	38
4.1 Karbonisasi Hidrotermnal.....	38

4.2 Porous Carbon.....	39
4.2.1 Analisis Adsorpsi .....	41
4.2.2 Analisis SEM.....	42
4.2.3 Analisis XRD .....	44
4.2.4 Analisis EDS .....	46
BAB 5.....	48
KESIMPULAN DAN SARAN .....	48
5.1 Kesimpulan .....	48
5.2 Saran .....	48
DAFTAR PUSTAKA.....	49
LAMPIRAN A .....	58
MATERIAL SAFETY DATA SHEET .....	58
A.1 Kalsium Karbonat .....	58
A.2 Etanol .....	59
A.3 Asam Klorida .....	60
A.4 Gas Nitrogen .....	61
LAMPIRAN B.....	63
DATA ANTARA .....	63
LAMPIRAN C.....	65
CONTOH PERHITUNGAN .....	65
C.1 Perhitungan yield hydrochar dan dan yield porous carbon .....	65
C.2 Perhitungan <i>methylene blue</i> yang teradsorpsi oleh sampel <i>porous carbon</i> .....	65

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Data ekspor dan impor <i>porous carbon</i> negara Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2018).....	2
Gambar 1.2 Data ekspor karagenan negara Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2015).....	3
Gambar 2.1 Struktur karbon amorf (Pamungkas, 2019) .....	9
Gambar 2.2 Struktur lapisan hexagonal grafit (Marsh dan Rodríguez-Reinoso, 2006).....	10
Gambar 2.3 (a) Struktur karbon grafit (b) Struktur karbon non-grafit (Bansal dan Goyal, 2005) .....	11
Gambar 2.4 Struktur pori <i>porous carbon</i> (White, 2015).....	12
Gambar 2.5 Struktur kimia $\kappa$ , $\iota$ , dan $\lambda$ karagenan (Chauhan dan Saxena, 2016).....	14
Gambar 2.6 Mekanisme analisis SEM (Choudhary dan Choudhary, 2017) .....	27
Gambar 2.7 Contoh hasil analisis SEM pada <i>porous carbon</i> (Nogueira, dkk., 2018) .....	28
Gambar 2.8 Prinsip kerja analisis XRD (Christyaningsih, 2020).....	29
Gambar 2.9 Hasil analisis XRD <i>porous carbon</i> (Zeng, dkk., 2018) .....	29
Gambar 3.1 <i>Autoclave teflon</i> .....	31
Gambar 3.2 Alat <i>tube furnace</i> .....	32
Gambar 3.3 Skema proses <i>hydrothermal carbonization</i> .....	33
Gambar 3.4 Skema aktivasi kimia <i>hydrochar</i> .....	34
Gambar 3.5 Skema analisis ADS <i>porous carbon</i> .....	35
Gambar 4.1 Hasil analisis SEM dari setiap sampel <i>porous carbon</i> .....	43
Gambar 4.2 Hasil analisis SEM pada <i>porous carbon</i> dari (a) kappa karagenan (Nogueira, dkk., 2018) dan (b) karagenan (Fan, dkk., 2014) .....	43
Gambar 4.3 Hasil analisis XRD sampel <i>porous carbon</i> .....	44
Gambar 4.4 Hasil analisis XRD penelitian literatur Farma dkk., (2018) .....	45

## DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Variasi sintesis <i>porous carbon</i> dari berbagai literatur.....	5
Tabel 1.2 Lanjutan variasi sintesis <i>porous carbon</i> dari berbagai literatur .....	6
Tabel 2.1 Kadar sster sulfat dan 3,6- <i>anhydro-galactose</i> pada setiap jenis karagenan (Chauhan dan Saxena, 2016) .....	14
Tabel 2.2 Perbandingan <i>slow</i> dan <i>fast pyrolysis</i> .....	16
Tabel 2.3 Hasil konversi produk dan yield dari proses HTC (Libra, dkk., 2011) .....	17
Tabel 2.4 Perbandingan antara aktivasi fisika dan kimia .....	23
Tabel 2.5 Perbandingan setiap aktivator dalam aktivasi kimia .....	25
Tabel 2.6 Lanjutan perbandingan setiap aktivator dalam aktivasi kimia .....	26
Tabel 3.1 Rancangan percobaan aktivasi kimia .....	36
Tabel 3.2 Kerja penelitian .....	37
Tabel 4.1 Yield hydrochar dari proses hydrothermal carbonization .....	38
Tabel 4.2 Yield porous carbon terhadap variasi rasio massa hydrochar dan aktivator .....	39
Tabel 4.3 Perbandingan <i>yield</i> antara aktivator $K_2CO_3$ dengan KOH .....	40
Tabel 4. 4 Daya adsorpsi methylene blue setiap sampel porous carbon .....	41
Tabel 4. 5 Perbandingan daya adsorpsi percobaan dengan literatur terhadap rasio massa aktivator $K_2CO_3$ .....	42
Tabel 4.6 Kadar struktur amorf dan crystalline dari setiap sampel .....	45
Tabel 4.7 Hasil analisis EDS setiap sampel porous carbon.....	46
Tabel 4.8 Perbandingan kadar karbon percobaan dengan literatur .....	47
Tabel B.2 Yield massa <i>porous carbon</i> .....	63
Tabel B.3 Data absorbansi pembuatan kurva standar.....	63
Tabel B.4 Analisis ADS <i>porous carbon</i> .....	64
Tabel B.5 Analisis EDS <i>porous carbon</i> .....	64
Tabel B.6 Analisis struktur <i>porous carbon</i> .....	64

# BAB 1

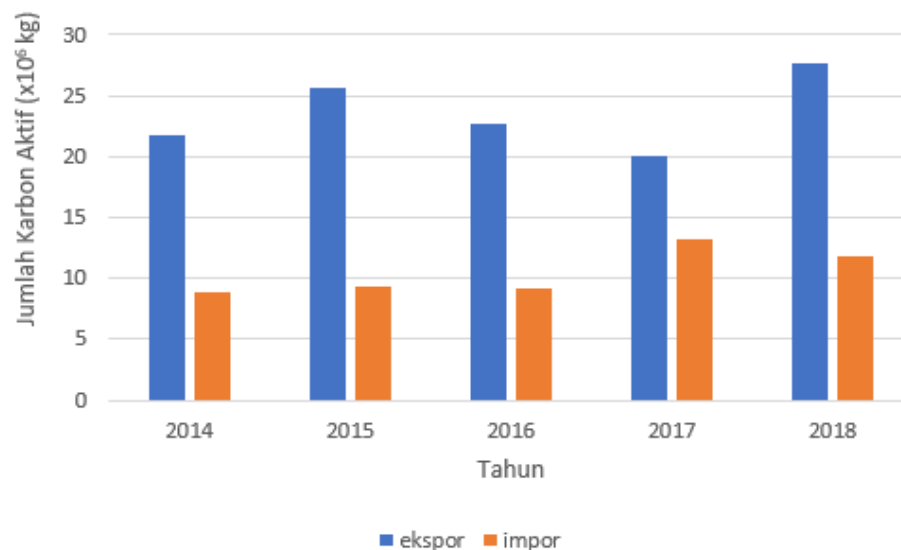
## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

*Porous carbon* atau karbon aktif muncul pertama kali di Jerman pada awal abad ke-20 dan dibangun pabrik penghasil *porous carbon* untuk proses pemurnian gula. Kemudian pada tahun 1930, *porous carbon* mulai sering digunakan dalam berbagai sektor industri baik yang melibatkan fasa cair maupun gas. Hingga pada tahun 2014, industri di Amerika Serikat memiliki kebutuhan *porous carbon* hingga 1,1 juta ton karena digunakan dalam banyak hal di industri (Tadda, dkk., 2016). *Porous carbon* atau dikenal sebagai arang aktif merupakan padatan berbentuk bubuk, granula, atau pellet yang memiliki struktur homogen, terdiri atas banyak *micropore*, luas permukaan yang tinggi ( $>1.000 \text{ m}^2/\text{g}$ ), dan stabil secara radiasi (Tadda, dkk., 2016; Thomas dan George, 2015). *Porous carbon* sendiri memiliki banyak fungsi dalam industri, seperti sebagai filter, membran, elektroda, *supercapacitor*, *catalyst*, *catalyst support* (Dewi, Taslimah, dan Azmiyawati, 2010), penyimpanan gas hydrogen dan metana (Miranti, 2012), hingga sebagai adsorben yang menghilangkan kontaminan (Lee et al. 2019).

Dengan banyaknya manfaat pemakaian *porous carbon* dalam berbagai hal membuat banyak negara melakukan impor *porous carbon*. Untuk negara Indonesia sendiri dapat dilihat pada Gambar 1.1 yang menunjukkan tingginya permintaan *porous carbon* dari negara lain. *Porous carbon* dapat dibuat dari bahan baku yang memiliki kadar karbon yang tinggi, memiliki zat anorganik yang rendah agar tidak menghasilkan banyak abu, terbuat dari bahan baku yang berlimpah, dan tidak mudah terdegradasi (Lubis, dkk., 2020). Umumnya, *porous carbon* dihasilkan dari bahan baku batu bara (Marsh dan Rodríguez-Reinoso, 2006). Namun penggunaan batu bara dianggap tidak ramah lingkungan / *toxic* karena adanya gas  $\text{CO}_2$  dan  $\text{CH}_4$  yang dihasilkan ke atmosfer serta merupakan bahan yang tidak terbaharukan (Finkelman, Wolfe, dan Hendryx, 2021). Oleh karena itu, banyak peneliti mengganti bahan baku tersebut dengan menggunakan biomassa atau material organik yang dinilai lebih ramah lingkungan dan dapat terbaharukan, seperti *lignocellulosic*, *microalgae* (Chang, Tsai, dan Li, 2015), tanaman air *water hyacinth* (Chanpee, dkk., 2020), biji buah zaitun (Diaz, dkk., 2022), dan biomassa

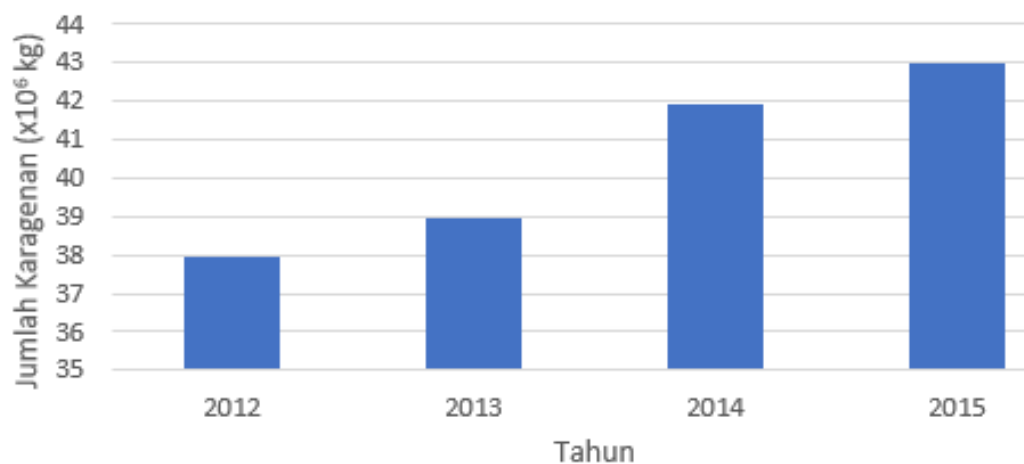
lainnya. Dari seluruh bahan baku tersebut, ternyata dapat dihasilkan *porous carbon* dengan luas permukaan yang cukup tinggi.



**Gambar 1. 1** Data ekspor dan impor *porous carbon* Negara Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2018)

Selain semua bahan baku tersebut, terdapat bahan baku berupa karagenan yang cukup jarang digunakan dalam pembuatan *porous carbon*. Meskipun begitu, percobaan yang dilakukan oleh Fan, dkk. (2014) dan Nogueira, dkk. (2018) ternyata dapat menghasilkan *porous carbon* dengan luas permukaan yang cukup tinggi (2.300 – 2.800 m<sup>2</sup>/g) serta volume pori yang cukup tinggi. Karagenan sendiri merupakan salah satu produk dari pengolahan rumput laut yang ada di Indonesia (Soetjipto, dkk., 2019; Fathmawati, Abidin, dan Roesyadi, 2014). Dari 30 perusahaan berskala besar dan menengah yang tercatat di Indonesia, dapat dihasilkan 18.560 ton karagenan per tahun dari 24.560 rumput laut yang digunakan. Jika dibandingkan dengan produksi rumput laut kering yang mencapai 235.374 ton per tahun, hanya sekitar 7 – 8% rumput laut yang dapat diubah menjadi karagenan (Kemenprin, 2015). Hal ini dikarenakan adanya persaingan untuk memperoleh bahan baku antar produsen dan eksportir rumput laut kering. Meskipun begitu, jika dilihat dari data yang ada pada Gambar 1.2, menurut Badan Pusat Statistik (2015), terdapat kenaikan produksi dari tepung karagenan dari tahun 2012 hingga 2015, meskipun hanya sekitar 2 – 7% pertahunnya. Melihat dari pemanfaatannya, karagenan sering digunakan dalam industri pangan seperti dalam coklat, susu, roti, dan lainnya, serta pada industri

non-pangan dan farmasi (Soetjipto, dkk., 2019). Untuk membuat karagenan biasanya digunakan rumput laut berjenis *Eucheuma spinosum* dan *Eucheuma cottoni* karena menghasilkan jumlah karagenan yang paling besar dibandingkan rumput laut lainnya (Fathmawati, Abidin, dan Roesyadi, 2014). Karagenan sendiri dibagi menjadi 3 kelompok utama berdasarkan kandungan ester sulfat dan 3,6-*anhydro-galactose* nya menjadi kappa ( $\kappa$ ), lamda ( $\lambda$ ), dan iota ( $\iota$ ) (Chauhan dan Saxena, 2016).



**Gambar 1. 2** Data Ekspor Karagenan Negara Indonesia (Badan Pusat Statistik, 2015)

Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Audrey (2022), jenis kappa karagenan dapat menghasilkan karbon dengan *yield* yang paling tinggi dibandingkan dengan jenis karagenan lainnya. Ditambah lagi kappa karagenan paling banyak dihasilkan dari rumput laut *Eucheuma cottoni*, yaitu jenis yang paling banyak dibudidayakan di Indonesia (Distantina, dkk., 2011). *Porous carbon* yang dihasilkan dengan menggunakan bahan baku karagenan juga akan memiliki kandungan sulfur alami dan dapat menjadi bahan utama dalam pembuatan komposit karbon sulfur sebagai bahan baku katoda baterai pengganti baterai litium yang lebih murah dan ramah lingkungan (Li, dkk., 2015)

Pada penelitian kali ini, akan dilakukan sintesis *porous carbon* dengan bahan baku kappa karagenan. Karagenan akan melalui proses karbonisasi hidrotermal terlebih dahulu untuk mendapatkan *hydrochar*, kemudian dilanjutkan ke proses aktivasi kimia menggunakan  $K_2CO_3$  sebagai aktivator yang lebih ramah lingkungan namun tetap menghasilkan luas permukaan yang cukup tinggi (Abbas dan Ahmed, 2016). Untuk variasi yang akan dilakukan

adalah rasio massa antara *hydrochar* dan aktivator  $K_2CO_3$ . Kemudian untuk karakterisasi *porous carbon* akan dilakukan pengamatan *yield* dari *hydrochar* dan *porous carbon*, luas permukaan, daya serap, dan kristalinitasnya.

## 1.2. Tema Sentral Masalah

Pembuatan *porous carbon* dengan metode hidrotermal dan aktivasi kimia sudah banyak digunakan dengan berbagai bahan baku. Namun, penggunaan kappa karagenan yang cukup melimpah di Indonesia sebagai bahan baku masih sangat jarang dilakukan. Oleh karena itu jenis kappa karagenan akan digunakan. Selain itu, proses aktivasi kimia umumnya menggunakan aktivator asam dan basa yang kuat agar menghasilkan luas permukaan yang tinggi, namun tidak ramah lingkungan. Oleh karena itu penelitian kali ini akan menggunakan aktivator  $K_2CO_3$  yang ramah lingkungan namun tetap memiliki mekanisme yang mirip khususnya aktivator KOH.

## 1.3. Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah yang menjadi latar belakang penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh rasio massa aktivator kimia  $K_2CO_3$  terhadap *yield* dan karakteristik *porous carbon* yang dihasilkan seperti daya adsorpsi, morfologi, dan kristalinitas ?

## 1.4. Premis

Sintesis *porous carbon* dengan menggunakan metode karbonisasi hidrotermal dan dilanjutkan dengan aktivasi kimia sudah banyak dilakukan oleh banyak pihak dengan variasi percobaan yang berbeda – beda untuk menghasilkan luas permukaan yang tinggi. Hasil percobaan dengan variasi yang dilakukan dapat dilihat pada Tabel 1.1 dan Tabel 1.2 berikut.



**Tabel 1.1** Variasi Sintesis *Porous Carbon* dari Berbagai Literatur

No	Bahan Baku	Karbonisasi (Suhu, waktu)	Aktivator	Aktivasi Kimia		Karakteristik <i>Porous Carbon</i>		Daftar Pustaka
				Rasio <i>Hydrochar</i> : Aktivator (massa)	Suhu (C) dan Waktu (jam)	Luas Permukaan BET (m <sup>2</sup> /g)	Yield Massa Karbon (%)	
1	Kappa Karagenan	Hidrotermal (200 C, 20 jam)	KOH	1,4	700, 4	2345,6	89,592	Nogueira, dkk., 2018
2	Iota Karagenan	Hidrotermal (200 C, 20 jam)	KOH	1,4	700, 4	2804,9	73,315	Nogueira, dkk., 2018
3	Lamda Karagenan	Hidrotermal (200 C, 20 jam)	KOH	1,4	700, 4	2515,8	78,879	Nogueira, dkk., 2018
4	Karagenan	Hidrotermal (200 C, 12 jam)	KOH	1,3	700, 2	1865	-	Fan, dkk., 2014
5	Karagenan	Hidrotermal (200 C, 12 jam)	KOH	1,3	800, 2	2236	-	Fan, dkk., 2014
6	Karagenan	Hidrotermal (200 C, 12 jam)	KOH	1,3	900, 2	2502	-	Fan, dkk., 2014
7	Biji Anggur	Hidrotermal (180-300 C, 5 jam)	KOH	1,2	750, 1	1215	75,1	Diaz, dkk., 2019

Tabel 1.2 Lanjutan Variasi Sintesis *Porous Carbon* dari Berbagai Literatur

No	Bahan Baku	Karbonisasi (Suhu, waktu)	Aktivator	Aktivasi Kimia		Karakteristik <i>Porous Carbon</i>		Daftar Pustaka
				Rasio <i>Hydrochar</i> : Aktivator (massa)	Suhu (°C) dan Waktu (jam)	Luas Permukaan BET (m <sup>2</sup> /g)	Yield Massa Karbon (%)	
8	Biji Anggur	Hidrotermal (180-300 C, 5 jam)	KOH	1,3	750, 1	2194	73,3	Diaz, dkk., 2019
9	Biji Anggur	Hidrotermal (180-300 C, 5 jam)	KOH	1,4	750, 1	1780	45,6	Diaz, dkk., 2019
10	<i>Sucrose</i> (Analar Normapur)	Hidrotermal (190 C, 5 jam)	KOH	1,4	800, 2	2431	-	Mestre, dkk., 2014
11	<i>Sucrose</i> (Analar Normapur)	Hidrotermal (190 C, 5 jam)	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	1,4	800, 2	1375	-	Mestre, dkk., 2014
12	Golden Shower Powder	Hidrotermal (190 C, 24 jam)	K <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	1,1	800, 4	1238	63,77	Tran, dkk., 2017

### 1.5. Hipotesis

1. Rasio massa aktivator  $K_2CO_3$  yang semakin tinggi akan menghasilkan daya adsorpsi dan luas permukaan yang lebih tinggi, namun akan menurunkan *yield* produk *porous carbon*.
2. *Porous carbon* yang dihasilkan akan memiliki struktur dominan amorf.

### 1.6. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh rasio massa aktivator  $K_2CO_3$  saat aktivasi kimia terhadap *yield* dan karakteristik *porous carbon*, yaitu daya adsorpsi, morfologi, dan kristalinitias.

### 1.7. Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini, manfaat yang didapat dari berbagai pihak adalah sebagai berikut.

1. Untuk negara : Dapat meningkatkan pemanfaatan karagenan di Indonesia dan meningkatkan penjualan karagenan sebagai bahan ekspor dan meningkatkan devisa negara
2. Untuk ilmu pengetahuan : Dapat memberikan pengetahuan baru berupa pemanfaatan karagenan sebagai produk *porous carbon*. Memberikan informasi mengenai bagaimana pengaruh rasio massa aktivator  $K_2CO_3$  dan *hydrochar* terhadap karakteristik *porous carbon* yang dihasilkan (*yield* massa karbon, luas permukaan, morfologi, dan kristalinitias).
3. Untuk industri : Dapat memberikan saran bahan baku alternatif dalam sintesis *porous carbon*. Lalu *porous carbon* yang dihasilkan dengan kandungan sulfur alami dapat menjadi bahan yang menjanjikan untuk pembuatan komposit karbon sulfur sebagai pengganti baterai litium serta sebagai adsorben.
4. Untuk masyarakat : Dapat memberikan pengetahuan akan manfaat lebih lanjut dari karagenan serta meningkatkan penghasilan masyarakat petani penghasil karagenan

### 1.8. Batasan Masalah

Pada penelitian kali ini, digunakan beberapa batasan berupa :

1. Biomassa yang digunakan adalah kappa karagenan

2. Variasi yang digunakan adalah rasio massa antara *hydrochar* dan aktivator  $K_2CO_3$
3. Konsentrasi larutan  $K_2CO_3$  saat aktivasi kimia tetap 20% b/v di setiap variasi