



TUGAS AKHIR – TL184834

**ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN MASSA S-DOPED
POROUS CARBON DARI LIMBAH MASKER MEDIS
TERHADAP SIFAT FOTOKATALISIS KOMPOSIT *S-DOPED
POROUS CARBON/TIO₂* UNTUK DEGRADASI
*RHODAMINE-B***

PUTRI NATASYA URFADILA
NRP. 0251184000032

Dosen Pembimbing
Dr Haniffudin Nurdiansah, S.T., M.T.
NIP. 198012072005011004
Diah Susanti, S.T., M.T, Ph.D.
NIP. 197701162003122007

Program Studi Teknik Material
Departemen Teknik Material dan Metalurgi
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2022



TUGAS AKHIR – TL184834

**ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN MASSA S-DOPED
POROUS CARBON DARI LIMBAH MASKER MEDIS
TERHADAP SIFAT FOTOKATALISIS KOMPOSIT S-DOPED
POROUS CARBON/TIO₂ UNTUK DEGRADASI
RHODAMINE-B**

PUTRI NATASYA URFADILA
NRP. 0251184000032

Dosen Pembimbing
Haniffudin Nurdiansah, S.T., M.T.,
NIP. 199007262015041002
Diah Susanti, S.T., M.T, Ph.D.
NIP. 197701162003122007

Program Studi Teknik Material
Departemen Teknik Material dan Metalurgi
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2022

(Halaman ini sengaja dikosongkan)



FINAL PROJECT – TL 184834

**ANALYSIS OF THE EFFECT OF ADDED MASS OF S-
DOPED POROUS CARBON FROM MEDICAL WASTE MASK
ON THE PHOTOCALYSIS PROPERTIES OF S-DOPED
POROUS CARBN/TIO₂ COMPOSITE FOR RHODAMINE-B
DEGRADATION**

PUTRI NATASYA URFADILA
NRP. 0251184000032

Advisor
Haniffudin Nurdiansah, S.T., M.T.,
NIP. 199007262015041002
Diah Susanti, S.T., M.T, Ph.D.
NIP. 197701162003122007

Study Program of Materials Engineering
Departement of Materials and Metallurgical Engineering
Faculty of Industrial Technology and Systems Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya
2022

(This page is intentionally left blank)

LEMBAR PENGESAHAN

ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN MASSA S-DOPED POROUS CARBON DARI LIMBAH MASKER MEDIS TERHADAP SIFAT FOTOKATALISIS KOMPOSIT S-DOPED POROUS CARBON/TIO₂ UNTUK DEGRADASI RHODAMINE-B

TUGAS AKHIR

Diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Teknik pada
Program Studi S-1 Teknik Material
Departemen Teknik Material dan Metalurgi
Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh : **PUTRI NATASYA URFADILA**
NRP. 0251184000032

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Haniffudin Nurdiansah, S.T., M.T.


Pembimbing

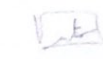
2. Diah Susanti, S.T., M.T., Ph.D.


Ko-Pembimbing

3. Lukman Noerachim, S.T., M.(Eng)., Ph.D


Penguji

4. Vania Mitha Pratiwi, S.T., M.T.


Penguji

SURABAYA
Juli, 2022

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

APPROVAL SHEET

**ANALYSIS OF THE EFFECT OF ADDED MASS OF S-DOPED POROUS CARBON
FROM MEDICAL WASTE MASK ON THE PHOTOCALYSIS PROPERTIES OF S-
DOPED POROUS CARBON/TIO₂ COMPOSITE FOR RHODAMINE-B
DEGRADATION**

FINAL PROJECT

Submitted to fulfill one of the requirements
for obtaining a degree of bachelor of engineering at
Undergraduate Study Program of Materials Engineering
Department of Materials and Metallurgical Engineering
Faculty of Industrial Technology and Systems Engineering
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

By : **PUTRI NATASYA URFADILA**
NRP. 0251184000032


Approved by Final Project Examiner Team :

1. Haniffudin Nurdiansah, S.T., M.T.
2. Diah Susanti, S.T., M.T., Ph.D.
3. Lukman Noerochiem, S.T.M.Sc.(Eng)., Ph.D
4. Vania Mitha Pratiwi, S.T., M.T.


Advisor


Co-Advisor


Examiner


Examiner

SURABAYA
July, 2022

(This page is intentionally blank)

PERNYATAAN ORISINALITAS

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama mahasiswa/NRP : Putri Natasya Urfadila / 02511840000032
Departemen : Teknik Material dan Metalurgi
Dosen Pembimbing/NIP : Hanifuddin Nurdiansah, S.T., M.T. /
199007262015041002

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir dengan judul “ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN MASSA S-DOPED POROUS CARBON DARI LIMBAH MASKER MEDIS TERHADAP SIFAT FOTOKATALISIS KOMPOSOIT S-DOPED POROUS CARBON/TIO₂ UNTUK DEGRADASI RHODAMINE-B” adalah hasil karya sendiri, bersifat orisinal, dan ditulis dengan mengikuti kaidah penulisan ilmiah.

Bilamana di kemudian hari ditemukan ketidaksesuaian dengan pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan ketentuan yang berlaku di Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Mengetahui
Dosen Pembimbing



(Hanifuddin Nurdiansah, S.T., M.T.)
NIP. 199007262015041002

Surabaya, Tanggal 2022

Mahasiswa



(Putri Natasya Urfadila)
NRP. 02511840000032

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

STATEMENT OF ORIGINALITY

The undersigned below:

Name of student/NRP : Putri Natasya Urfadila / 02511840000032
Departement : Material and Metallurgical Engineering
Advisor/NIP : Hanifuddin Nurdiansah, S.T., M.T.
/199007262015041002

Hereby declare that the Final Project with the title of "ANALYSIS OF THE EFFECT OF ADDED MASS OF S-DOPED POROUS CARBON FROM MEDICAL WASTE MASK ON THE PHOTOCALYSIS PROPERTIE OS S-DOPED POROUS CARBN/TIO₂ COMPOSITE FOR RHODAMINE-B DEGRADATION" is the result of my own work, is original, and is written by following the rules of scientific writing.

If in the future there is a discrepancy with this statement, then I am willing to accept sanctions in accordance with the provisions that apply at Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Acknowledged
Advisor



(Hanifuddin Nurdiansah, S.T., M.T.)
NIP. 199007262015041002

Surabaya, Tanggal 2022

Student



(Putri Natasya Urfadila)
NRP. 02511840000032

(This page is intentionally blank)

**ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN MASSA S-DOPED POROUS CARBON
DARI LIMBAH MASKER MEDIS TERHADAP SIFAT FOTOKATALISIS
KOMPOSIT S-DOPED POROUS CARBON/TiO₂ UNTUK DEGRADASI
RHODAMINE-B**

Nama : Putri Natasya Urfadila
NRP : 0251184000032
Departemen : Teknik Material dan Metalurgi
Pembimbing I : Hanifuddin Nurdiansah, S.T., M.T.
Pembimbing II : Diah Susanti, S.T., M.T., Ph.D.

Abstrak

Adanya kasus Covid-19 mengharuskan penggunaan masker yang ikut menambah jumlah limbah di Indonesia. Adapun jenis limbah lainnya yang terus meningkat dan berbahaya bagi perairan salah satunya adalah Rhodamine-B. Salah satu cara mengolah limbah tersebut dengan metode fotodegradasi. Sehingga pada penelitian ini dilakukan sintesis S-doped porous carbon yang berasal dari limbah masker medis yang dikompositkan dengan TiO₂ sebagai material semikonduktor untuk digunakan sebagai material fotokatalis pendegradasi Rhodamine-B. Adapun tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh massa s-doped porous carbon terhadap struktur dan morfologi komposit S-doped porous carbon/TiO₂ dan performa terhadap degradasi Rhodamine-B. Variasi massa *S-doped porous carbon* yang digunakan adalah 0,3 gram, 0,5 gram, dan 0,7 gram. Proses sintesis *porous carbon* menggunakan oven dengan metode sulfonasi pada temperature 200°C selama 6 jam dan dilanjutkan aktivasi *porous carbon* menggunakan larutan KOH sehingga terbentuk S-doped porous carbon teraktivasi. Sintesis TiO₂ menggunakan TiCl₃ dan larutan NH₄OH dengan metode ko-presipitasi. S-doped porous carbon dan TiO₂ dikalsinasi dan karbonisasi bersamaan pada temperatur 700°C untuk membentuk komposit *S-doped porous carbon/TiO₂*. Karakterisasi yang dilakukan meliputi XRD, FTIR, dan SEM/EDX dan pengujian fotokatalisis menggunakan UV-Vis dan GC-MS. Hasil dari pengujian XRD menunjukkan bahwa fasa TiO₂ yang terbentuk adalah anatase. Hasil pengujian FTIR menunjukkan bahwa adanya ikatan karbon aktif yang terbentuk pada *S-doped porous carbon*. Morfologi dari komposit memiliki bentuk serat Panjang yang berupa karbon sedangkan TiO₂ berbentuk bulat dan cenderung beraglomerasi dengan ukuran yang berbeda-beda. Distribusi antara karbon dan TiO₂ tidak beraturan dan jumlah serat karbon bertambah seiring bertambahnya massa karbon. Dari pengujian UV-Vis dapat diketahui bahwa komposit *S-doped porous carbon/TiO₂* mempunyai performa degradasi paling baik dengan persentase degradasi sebesar 74,14% dalam waktu penyinaran selama 1 jam. Hal ini dikarenakan karbon memiliki luas permukaan aktif yang besar dan fasa dari TiO₂ yang terbentuk yaitu anatase memiliki energi celah pita lebih kecil sehingga memudahkan elektron tereksitasi lebih cepat dari pita valensi ke pita konduksi dan membentuk OH.

Kata Kunci : *Fotokatalisis, Rhodamine-B, S-doped porous carbon, TiO₂, Masker Medis, Anatase*

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

ANALYSIS OF THE EFFECT OF ADDED MASS OF S-DOPED POROUS CARBON FROM MEDICAL WASTE MASK ON THE PHOTOCALYSIS PROPERTIES OF S-DOPED POROUS CARBON/TiO₂ COMPOSITE FOR RHODAMINE-B DEGRADATION

Student Name : Putri Natasya Urfadila
NRP : 0251184000032
Departement : Material and Metallurgical Engineering
Supervisor : Hanifuddin Nurdiansah, S.T., M.T.
Co-Supervisor : Diah Susanti, S.T., M.T., Ph.D.

Abstract

The presence of Covid-19 cases requires the use of masks which also increases the amount of waste in Indonesia. As for other types of waste that continue to increase and are harmful to waters, one of them is Rhodamine-B. One way to treat the waste is the photodegradation method. Therefore, in this study, S-doped porous carbon was synthesized from medical mask waste which was composited with TiO₂ as a semiconductor material to be used as a photocatalyst for Rhodamine-B degradation. The purpose of this study was to determine the effect of the mass of s-doped porous carbon on the structure and morphology of the S-doped porous carbon/TiO₂ composite and its performance on the degradation of Rhodamine-B. The mass variations of S-doped porous carbon used were 0.3 gram, 0.5 gram, and 0.7 gram. The process of synthesizing porous carbon using an oven with the sulfonation method at a temperature of 200 °C for 6 hours and followed by activation of porous carbon using KOH solution to form S-doped activated carbon shafts. TiO₂ synthesis using TiCl₃ and NH₄OH solution by co-precipitation method. S-doped porous carbon and TiO₂ were calcined and carbonized simultaneously at 700 °C to form an S-doped porous carbon/ TiO₂ composite. Characterization carried out included XRD, FTIR, and SEM/EDX and photocatalytic testing using UV-Vis and GC-MS. The results of the XRD test showed that the TiO₂ phase formed was anatase. FTIR test showed that the presence of activated carbon formed on S-doped porous carbon. The morphology of the composite has a long fiber shape in the form of carbon while TiO₂ is spherical and tends to agglomerate with different sizes. The distribution between carbon and TiO₂ is irregular and the number of carbon fibers increases with increasing carbon mass. From the UV-Vis test, it can be seen that the S-doped porous carbon/ TiO₂ composite has the best degradation performance with a degradation percentage of 74.14% in 1 hour irradiation. This is because carbon has a large active surface area and the phase of TiO₂ formed, namely anatase, has a smaller band gap, making it easier for electrons to be excited more quickly from the valence band to the conduction band and form OH.

Keyword: Fotokatalisis, Rhodamine-B, S-doped porous carbon, TiO₂, Medical Mask, Anatase

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian Tugas Akhir mengenai “**Analisis Pengaruh Penambahan massa *S-doped porous carbon* dari Limbah Masker Medis terhadap Sifat Fotokatalisis *S-doped porous carbon/TiO₂* untuk degradasi Rhodamine-B**”. Adapun tujuan dari penelitian tugas akhir tersebut yaitu untuk memenuhi mata kuliah Tugas Akhir yang menjadi salah satu syarat kelulusan di Departemen Teknik Material dan Metalurgi, Fakultas Teknologi Industri dan Rekayasa Sistem, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama proses penelitian, penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu dan memberi dukungan kepada penulis, diantaranya adalah:

1. Bapak Sigit Tri Wicaksono, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Kepala Departemen Teknik Material dan Metalurgi, FTIRS, ITS.
2. Bapak Hanifuddin Nurdiansah, S.T., M.T., selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan banyak ilmu kepada penulis dalam pengerjaan Laporan Tugas Akhir.
3. Ibu Diah Susanti, S.T., M.T., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing dan memberikan banyak ilmu kepada penulis dalam pengerjaan Laporan Tugas Akhir.
4. Bapak Lukman Noerachim, S.T., M.(Eng)., Ph.D selaku dosen wali yang telah membimbing dan memberikan banyak saran terkait perkuliahan di Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Penulis berharap penelitian tugas akhir ini dapat bermanfaat bagi seluruh pihak. Penulis juga menyadari masih banyak kekurangan dalam penulisan ini. Untuk itu, kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak sangat diharapkan.

Surabaya, 21 Juli 2022
Penulis

Putri Natasya Urfadila

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	v
APPROVAL SHEET	vii
PERNYATAAN ORISINALITAS	ix
STATEMENT OF ORIGINALITY	xi
Abstrak	xiii
Abstract	xv
KATA PENGANTAR	xvii
DAFTAR ISI	xix
DAFTAR GAMBAR	xxi
DAFTAR TABEL	xxiii
BAB I	2
PENDAHULUAN	2
1.1 Latar Belakang	2
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Batasan Masalah	3
1.5 Manfaat Penelitian	3
BAB II	4
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Masker Bedah	4
2.1 <i>S-Doped Porous Carbon</i>	4
2.4 TiO ₂	6
2.5 Fotokatalis	7
2.6 Oven	8
2.7 Penelitian Sebelumnya	9
BAB III	14
METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1 Diagram Alir	14
3.1.1 Diagram Alir Sintesis <i>S-Doped Porous Carbon</i>	14
3.1.2 Diagram Alir sintesis komposit <i>S-Doped Porous Carbon/TiO₂</i>	15
3.1.3 Diagram Alir Pengujian Fotokatalitik	16
3.2 Bahan Penelitian	16
3.3 Alat Penelitian	17
3.4 Metode Penelitian	17
3.4.1 Sintesis <i>S-Doped Porous Carbon</i>	17
3.4.2 Sintesis Komposit	18
3.5 Proses Pengujian	18
3.5.1 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i>	18
3.5.2 <i>Scanning Electron Microscope (SEM)/ EDX</i>	20
3.5.3 <i>Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR)</i>	21
3.5.4 Fotokatalisis	22
3.5.5 Spektrofotometri UV-Vis	22
3.5.6 <i>Gas Chromatography-Mass Spectrometer (GC-MS)</i>	23
3.6 Rancangan Penelitian	24
3.7 Jadwal Penelitian	25

BAB IV	26
ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN	26
4.1 Analisis Data	26
4.1.1 Hasil Pengujian X-Ray Diffraction (XRD)	26
4.2 Hasil Pengujian Fourier Transform Infrared (FTIR)	28
4.3 Hasil Pengujian <i>Scanning Electron Microscope</i> (SEM/EDX)	31
4.4 Hasil Pengujian Fotokatalisis	36
4.5 Hasil pengujian <i>Gas Chromatography-Mass Spectrometer</i> (GC-MS)	40
BAB V	42
KESIMPULAN DAN SARAN	42
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	48
UCAPAN TERIMA KASIH	56
BIODATA PENULIS	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Material Masker <i>Polypropylene</i>	4
Gambar 2. 2 Struktur Kristal Rhodamine-B.....	6
Gambar 2. 3 Struktur kristal Kristal TiO ₂ (a) rutile, (b) anatase dan (c) Brookite(Cui et al., 2020)	6
Gambar 2. 4 Skema Fotokatalisis.....	8
Gambar 2. 5 Rasio komponen dalam oven (Rosyida Permatasari, M. Sjahrul Annas, 2015).....	9
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	14
Gambar 3. 2 Diagram alir sintesis komposit <i>S-Doped Porous Carbon/TiO₂</i>	15
Gambar 3. 3 Diagram Alir pengujian Fotokatalisis.....	16
Gambar 3.4 Alat Pengujian FTIR.....	21
Gambar 3. 5 Skema alat spektroskopi FT-IR. (1) Sumber inframerah. (2) Pembagi berkas (<i>beam splitter</i>). (3) Kaca pemantul. (4) Sensor inframerah. (5) Sampel. (6) <i>Display</i> (Silviyah & Widodo, n.d.).....	22
Gambar 3.6 Mesin UV-Vis <i>Genesys 10S UV-Vis Spectrometer</i> (Dokumen Pribadi)	23
Gambar 3.7 Mekanisme uji GCMS	24
Gambar 4. 1 Hasil Pengujian XRD S-doped porous carbon	26
Gambar 4. 2 Hasil Pengujian XRD Semikonduktor TiO ₂	27
Gambar 4. 3 Hasil pengujian XRD Komposit S-Doped Porous Carbon/TiO ₂	27
Gambar 4. 4 Hasil Pengujian FTIR <i>S-doped porous carbon activated</i> dan S-doped porous carbon activated karbonisasi.....	28
Gambar 4. 5 Hasil Pengujian FTIR Komposit S-Doped Porous Carbon/TiO ₂	30
Gambar 4. 6 Hasil Pengujian <i>S-doped Porous Carbon</i> dengan pembesaran (a) 250x, (b) 500x, (c) 1000x dan (d)5000X.....	31
Gambar 4. 7 Hasil Pengujian SEM TiO ₂ a)1000x b)5000x, c)7500x dan d)10000x.....	32
Gambar 4. 8 Hasil Pengujian EDX TiO ₂	33
Gambar 4. 9 Hasil Pengujian SEM Komposit <i>S-Doped Porous Carbon /TiO₂</i> 0,7 perbesaran a)100x, b)750x, c)1000x dan d)5000x.....	33
Gambar 4. 10 Hasil pengujian EDX Komposit <i>S-Doped Porous Carbon /TiO₂</i> 0,7	34
Gambar 4. 11 Hasil Pengujian SEM Komposit <i>S-Doped Porous Carbon /TiO₂</i> 0,5 perbesaran a)100x, b)500x, c)1000x, dan d)2500x.....	34
Gambar 4. 12 Hasil pengujian EDX Komposit <i>S-Doped Porous Carbon/TiO₂</i> 0,5	35
Gambar 4. 13 Hasil Pengujian SEM Komposit <i>S-Doped Porous Carbon/TiO₂</i> 0,3 perbesaran a)100x b)1000x c)5000x dan d)10000x	35
Gambar 4. 14 Hasil Pengujian EDX komposit S-Dopep Porous Carbon/TiO ₂ 0,3	36
Gambar 4. 15 Hasil Pengujian UV-Vis Rhodamine-B.....	37
Gambar 4. 16 Kurva Regresi Linier Hubungan Konsentrasi terhadap Absorbansi	38
Gambar 4. 17 Grafik absorbansi/waktu.....	38
Gambar 4. 18 Grafik ppm/waktu.....	39
Gambar 4. 19 Grafik Presentase Degredasi.....	39

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian FTIR <i>S-doped porous carbon</i>	29
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian FTIR Komposit <i>S-Doped Porous Carbon</i>	30
Tabel 4. 3 Nilai Absorbansi Larutan Rhodamine-B	37
Tabel 4. 4 Hasil Pengujian GC-MS <i>Rhodamine -B</i>	40

(Halaman ini disengaja dikosongkan)

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penyakit Covid-19 disebabkan oleh virus *novel coronavirus* atau SARS-CoV-2 yang dilaporkan berasal dari Wuhan, China. Penyakit ini pertama kali ditemukan di Indonesia pada Maret 2020 dan masih terus berlanjut hingga saat ini. Penyebaran virus ini menurut WHO (World Health Organization) dapat secara tidak langsung, yaitu melalui benda atau permukaan yang telah terkontaminasi dan penyebaran secara langsung seperti kontak erat dengan orang yang telah terinfeksi melalui sekresi hidung dan mulut.

Saat ini beberapa jenis masker yang beredar di masyarakat adalah masker N95, masker bedah 3 *ply*, masker bedah 2 *ply*, dan masker kain. Masker 3 *ply* atau masker medis dibuat dari minimal tiga lapis yang terdiri dari lapisan kedap air, penyaring dengan densitas tinggi, dan penyerap cairan berukuran besar yang berfungsi menyerap *droplets* dari mulut dan hidung. Namun, saat ini masker menjadi masalah baru karena menyumbang jumlah limbah yang cukup besar. Dikutip dari Dinas Kebersihan dan Ruang Terbuka Hijau (DKRTH) Surabaya, mencatat sampah rumah tangga masker atau masker bekas di Surabaya bisa mencapai 863,15 kilogram atau 8 kuintal lebih per bulannya. Penggunaan masker yang semakin bertambah tidak sebanding dengan tingkat pengelolaan limbah itu sendiri.

Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) pada tahun 2020 limbah yang dihasilkan 270 penduduk mencapai 67.8 juta ton. Adapun salah satu jenis limbah lainnya di Indonesia yang terus meningkat jumlahnya berasal dari industri tekstil dan produk tekstil (TPT) yang menjadi sektor dengan pertumbuhan tertinggi yaitu sebesar 15,35% pada tahun 2019 (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, n.d.). Peningkatan permintaan tekstil yang terus meningkat berimbas pada jumlah limbah yang dihasilkan. Limbah yang dihasilkan berasal dari proses produksi seperti pencucian, pewarnaan, dan proses lainnya yang membutuhkan air dalam volume besar. Limbah air ini yang beresanya umumnya mengandung komponen aromatis, hidrokarbon halogen, dan logam. Komponen aromatis ini biasanya disebabkan oleh pemakaian zat warna (Patel, 2015). Zat warna cenderung sulit dihilangkan karena stabilitasnya terhadap oksidator dalam air limbah TPT yang mengandung polutan organik.

Rhodamine-B (RhB) adalah salah satu jenis zat pewarna yang paling sering digunakan dalam industri tekstil, karet dan kertas yang kerap ditemukan dan sangat larut dalam air (Sonker et al., 2020). Dampak yang ditimbulkan dari terpaparnya zat pewarna ini dapat menyebabkan penyakit kuning, narkosis, iritasi kulit, mata, sistem pernapasan dan dapat mengganggu sistem reproduksi pada manusia. Maka, sangat penting untuk mengolah limbah tekstil terutama dengan kandungan *Rhodamine-B* sebelum dibuang untuk menjaga lingkungan dan masyarakat. Saat ini proses degradasi dan pengurangan zat pewarna dalam limbah TPT sedang dikembangkan dalam berbagai metode biologi, kimia, dan fisika (Rafique et al., 2020).

Salah satu cara mengelola limbah tekstil adalah dengan metode fotodegradasi menggunakan fotokatalis dan radiasi sinar ultraviolet dengan energi yang sama atau lebih besar. Metode ini dapat mengurai zat warna menjadi komponen yang lebih sederhana sehingga lebih aman jika dibuang ke lingkungan dalam jumlah banyak. Proses fotokatalisis mempunyai beberapa keuntungan dibandingkan dengan proses oksidasi atau proses biologi. Fotokatalis yang digunakan dalam metode fotodegradasi merupakan semikonduktor seperti TiO_2 .

Titanium dioksida (TiO_2) paling sering digunakan dalam proses fotokatalisis karena memiliki sifat stabilitas tinggi, tidak beracun, dan murah. Namun penggunaan semikonduktor ini masih memiliki kekurangan yaitu sulitnya TiO_2 dipisahkan dari media cairan setelah

fotokatalisis selesai dilakukan dan sifat adsorpsi yang terbatas pula pada permukaannya. Kekurangan ini dapat diatasi dengan membuat komposit TiO_2 dengan campuran material lainnya dengan tujuan meningkatkan luas permukaan dan kinerja dari TiO_2 (Fatmawati & Aritonang, 2019). *Porous carbon* salah satu material dengan porositas dan luas permukaan spesifik yang besar namun setelah karbonisasi memiliki sifat *wettability* yang rendah sehingga perlu dilakukan pendopingan dengan unsur lain. Penambahan unsur S bertujuan untuk meningkatkan kapasitas spesifik dari *porous carbon*.

Penelitian ini memanfaatkan limbah masker yang mengandung *carbon porous* untuk mendegradasi limbah tekstil yaitu zat pewarna *Rhodamine-B* dan sekaligus membantu mengurangi jumlah limbah masker yang saat ini menjadi masalah baru. Fokus penelitian ini adalah menganalisis pengaruh penambahan massa *S-doped porous carbon* terhadap sifat fotokatalisis komposit *S-Doped Porous Carbon/TiO₂* untuk degradasi *Rhodamine-B*.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana pengaruh temperatur dan kecepatan screw terhadap sifat mekanik dalam proses ekstrusi. Bagaimana pengaruh variasi penambahan massa S-doped porous carbon/ TiO_2 terhadap struktur dan morfologi komposit S-doped porous carbon/ TiO_2 ?
2. Bagaimana pengaruh penambahan massa S-doped porous carbon terhadap sifat fotokatalisis komposit S-doped porous/ TiO_2 untuk degradasi *Rhodamine-B*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Menganalisis pengaruh temperatur terhadap sifat reologi dan sifat mekanik dalam proses ekstrusi. Menganalisis pengaruh variasi penambahan massa *S-doped porous carbon* terhadap struktur dan morfologi komposit *S-doped porous carbon/TiO₂*.
2. Menganalisis pengaruh variasi pengaruh penambahan variasi massa *S-doped porous carbon* terhadap sifat fotokatalisis komposit *S-doped porous carbon/TiO₂* untuk degradasi *Rhodamine-B*.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bahan kimia atau prekursor yang digunakan dalam penelitian ini dianggap bebas dari pengotor.
2. Temperatur dan tekanan udara disekitar dianggap konstan.

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dengan hasil sebagai berikut:

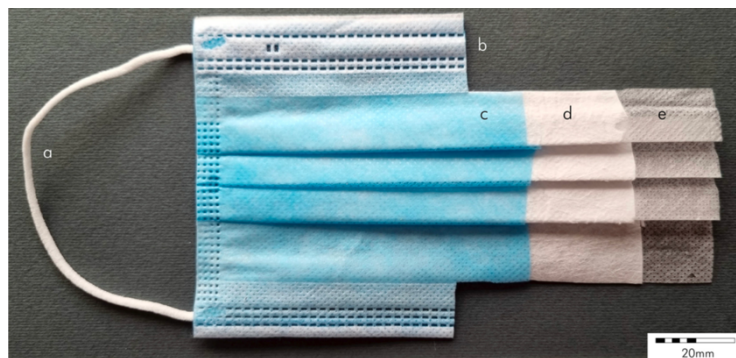
1. Hasil penelitian ini diharapkan akan memberikan informasi mengenai pengaruh variasi penambahan massa *S-doped porous carbon* terhadap struktur dan morfologi komposit *S-doped porous carbon/TiO₂* serta pengaruh penambahan variasi massa *S-doped porous carbon* terhadap sifat fotokatalisis komposit *S-doped porous carbon/TiO₂* untuk degradasi *Rhodamine-B*.
2. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai rujukan terhadap penelitian selanjutnya dalam pengembangan degradasi limbah tekstil *Rhodamine-B* dengan metode fotokatalisis menggunakan komposit *S-doped porous carbon/TiO₂*.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Masker Bedah

Masker medis berbahan dasar material *polypropylene* yaitu salah satu jenis mikroplastik yang sulit terurai. *Polypropylene* memiliki massa jenis yang paling ringan jika dibandingkan dengan mikroplastik lainnya yaitu sebesar 0,85 - 0,83 dan hal ini menyebabkan limbah masker mudah mengapung di laut dan lebih mudah termakan pula oleh ikan dan makhluk hidup lainnya. *Polypropylene* memiliki rasio luas permukaan terhadap volume yang sangat tinggi yang menjadi penyebab utama terjadi bioamplifikasi dan bioakumulasi dalam kontaminan kimia (Victory et al., 2021).

Ketebalan serat masker *surgical* dimulai dari <1 sampai 10 μm . masker *surgical* dapat dibentuk dari bahan *polypropylene*, *polystyrene*, *polycarbonate*, *polyethylene*, *polyester* dan lain sebagainya. Ukuran serat yang lebih kecil menyebabkan efisiensi filtrasi menjadi lebih tinggi (Dewi, 2016).



Gambar 2. 1 Material Masker *Polypropylene*

Menurut penelitian Wright, mikroplastik yang secara tidak sengaja dikonsumsi makhluk hidup dapat menyebabkan berbagai permasalahan seperti kegagalan reproduksi, penurunan kadar hormon steroid, penundaan ovulasi, hingga penyumbatan saluran usus (Wright, Rowe, Thompson, & Galloway, 2013). WHO menetapkan bahwa polusi mikroplastik pada ekosistem akuatik merupakan permasalahan global yang mendesak dan harus segera diatasi. Pengurangan emisi mikroplastik harus dilakukan dengan upaya penelitian untuk menemukan solusi yang efektif dan berkelanjutan (Victory et al., 2021). Sejauh ini, pengelolaan limbah masker medis paling ideal adalah dengan melakukan pembakaran pada suhu tinggi (insinerasi) dalam rentang suhu 850°C-1100°C dalam 3 menit hingga 1 jam dengan metode pirolisis. Hal ini bertujuan untuk menghancurkan virus yang menempel dan mikroplastik yang terkandung pada masker (di Maria et al., 2020). Namun, cara ini tidak dapat diterapkan secara luas karena memerlukan teknologi khusus dan lahan terbuka yang luas dan kandungan dioksin dan furan yang dihasilkan selama pembakaran dapat membahayakan kesehatan makhluk hidup dan keberlanjutan lingkungan (Hong, Zhan, Yu, Hong, & Qi, 2018).

2.1 *S-Doped Porous Carbon*

Karbon berpori atau karbon aktif telah lama digunakan dan diaplikasikan dalam industri. *Porous carbon* merupakan suatu material serbaguna karena mempunyai luas permukaan yang besar dan mempunyai banyak kegunaan diantaranya dapat diaplikasikan sebagai filter, membran, adsorben, elektroda, *supercapacitors*, *column packing*, *hydrogen storage*, *catalyst* dan *catalyst*.

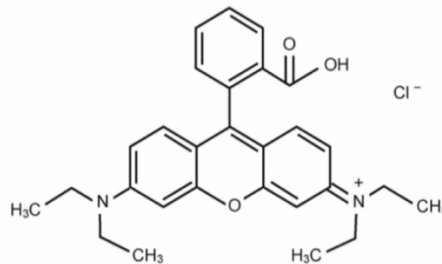
Penggunaan karbon ini dikarakterisasikan berdasarkan luas permukaan dan tingkat porositasnya. Hal ini sangat penting karena dapat mempengaruhi jumlah penyerapan karbon untuk menyerap bahan kimia dari fase gas dan cair (Kyotani, 2003). *Porous carbon* dapat disintesis dengan *hard templates* seperti mencampurkan *zeolite* dan *silica* yang kemudian diikuti dengan karbonisasi untuk menghilangkan *corrosive acid* yang masih tersisa. *Porous Carbon* yang didapat menunjukkan luas permukaan dan porositas yang tinggi namun sulit menghilangkan *corrosive acid* tersebut. Metode lainnya adalah *soft template*, pembuatan *porous carbon* dengan gelas molekuler dan dipolimerisasikan dengan karbon untuk membentuk *porous carbon*. Namun metode ini tidak memberikan sifat termal yang baik dan menyebabkan terbatasnya produksi dalam skala besar (Gu et al., 2022).

Masker medis tersusun atas polimer *polypropylene* (C_3H_6)_n yang berpotensi untuk dikonversi menjadi sumber karbon berpori melalui proses daur ulang, sebagaimana yang telah dilaporkan sebelumnya (Hu & Lin, n.d.). Walaupun memiliki porositas dan luas permukaan spesifiknya yang besar, karbon aktif hasil karbonisasi memiliki sifat hidrofilik dan sifat mampu-basah (*wettability*) rendah, sehingga perlu dilakukan pendopingan dengan unsur lain untuk meningkatkan performanya. Pemberian doping diharapkan dapat mensubstitusi atom karbon, sehingga atom pendoping harus memiliki jari-jari atom yang hampir sama dengan jari-jari karbon (Sahu et al., 2015), diantaranya N, P, S, B, dan O. Karbon memiliki jari-jari sebesar 67 pm dan S sebesar 88 pm.

2.2 Rhodamine-B

Rhodamine-B (RhB) memiliki sifat sangat larut dalam air, tidak mudah menguap, termasuk golongan *xanthene basic dye* dan berwarna ungu kemerahan. Pewarna ini banyak digunakan pada industri sebagai *water tracer fluorescent* dan zat perwarna untuk tekstil, kulit, rami, dan makanan. Pewarna ini dapat digunakan pada tekstil dengan jenis katun, sutra, bambu. Dampak yang disebabkan apabila dikonsumsi oleh manusia dan hewan dapat menyebabkan iritasi pada kulit, gangguan pencernaan dan pernapasan (Merouani, Hamdaoui, Saoudi, & Chiha, 2010). *Rhodamine-B* tidak dapat diuraikan dengan sempurna menggunakan metode konvensional degradasi air limbah karena bersifat sangat stabil. Air limbah dengan kadar *Rhodamine-B* sangat sedikit saja dapat merugikan manusia dan organisme akuatik karena beracun, karsinogenik, dan mutagenik (Lin & Hsiao, 2022).

Rhodamine-B menurut IUPAC bernama N-[9-(*ortho-carboxyphenyl*)-6-(*diethylamino*)-3*H-xanthen-3-ylidene*] *diethylammonium chloride*, rumus molekul $C_{28}H_{31}ClN_2O_3$ dan memiliki berat molekul sebesar 479.01 gr/mol, *Rhodamine-B* sangat larut dalam air. *Rhodamine-B* dibuat dari meta-dietilaminofenol dan ftalik anhidrid (Merouani et al., 2010). Struktur *Rhodamine-B* adalah senyawa kationik dan dapat membentuk struktur yang berbeda di bawah kondisi pH yang berbeda, dalam kondisi pH rendah (≤ 5) *Rhodamine-B* membentuk struktur kationik, dan pada pH tinggi (≥ 6) *Rhodamine-B* membentuk struktur ion *zwitter* yang akan mempengaruhi adsorpsi dan aktivitas fotoelektrokatalitik (Wahyuningsih, Anjani, Munawaroh, & Purnawan, 2018).

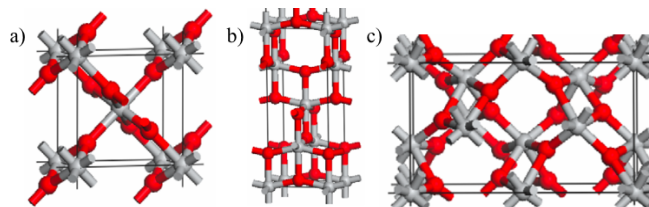


Gambar 2. 2 Struktur Kristal Rhodamine-B

Rhodamine-B yang merupakan zat warna golongan *Xanthenes* dyes mengandung kromofor (*quinoid*) dan gugus aoksokrom (*ammin*) yang mengakibatkan intensitas dari jenis pewarna ini sangat tajam bila dibandingkan dengan jenis pewarna lain. Bentuk fisik dari *Rhodamine-B* adalah serbuk kristal kehijauan dan berwarna merah keunguan apabila terlarut dalam konsentrasi tinggi dan berwarna merah terang jika terlarut dalam kadar konsentrasi rendah (Sari, 2012).

2.4 TiO₂

TiO₂ (titanium dioksida) merupakan salah satu material semikonduktor yang banyak dipelajari karena sifat optik dan elektroniknya yang baik. Material ini diakui sebagai salah satu fotokatalis utama karena memiliki stabilitas jangka panjang, kekuatan oksidasi yang kuat, biaya rendah dan tidak toksik. Oleh sebab itu, material ini memiliki performa yang baik dalam berbagai aplikasi mutahir. Berdasarkan penelitian terbaru, beberapa aplikasi TiO₂ diantaranya sebagai sensor, sel surya, fotokatalis, serta produk kesehatan (Listanti, Taufiq, Hidayat, & Sunaryono, 2018).



Gambar 2. 3 Struktur kristal Kristal TiO₂ (a) rutile, (b) anatase dan (c) Brookite (Cui et al., 2020)

Secara termodinamika, TiO₂ salah satu oksida titanium yang bersifat stabil serta terdapat pula dalam bentuk TiO, Ti₂O₃, Ti₃O₅ (Sari, 2012). Secara struktur, TiO₂ mempunyai tiga fasa kristal yaitu *anatase*, *rutile* dan brookite seperti **gambar 2.3 diatas**. Anatase memiliki struktur kristal tetragonal dengan densitas 3830 kg/m³. Rutile memiliki struktur tetragonal dengan densitas sebesar 4240 kg/m³, sedangkan brookite memiliki struktur kristal *orthorhombic* dengan densitas sebesar 4170 kg/m³ (Diebold, n.d.) Fasa anatase dan brookite merupakan fasa metastabil yang mudah berubah menjadi fasa rutile ketika dipanaskan. Fasa anatase stabil pada suhu di bawah 800°C, di atas suhu tersebut maka akan terbentuk fasa *rutile*. Umumnya, fasa anatase lebih stabil dari pada fasa *rutile* dengan ukuran partikel di bawah 14 nm. Nilai energi *band gap* TiO₂ pada fasa anatase sebesar 3,2 eV, sedangkan pada fasa rutile sebesar 3,0 eV (Listanti et al., 2018).

TiO₂ memiliki energi celah pita berkisar (3,0–3,2) eV yang setara dengan panjang gelombang sinar UV (<380nm), stabilitas termal yang tinggi dan ramah lingkungan hal ini membuat TiO₂ merupakan material semikonduktor yang yang dapat digunakan pada proses fotokatalisis. Proses ini terjadi ketika permukaan TiO₂ diiluminasi dengan sinar ultraviolet (UV) yang memiliki energi sama atau lebih besar dari energi celah pita dan terbentuk *photoelectron* (e⁻) yang tereksitasi ke pita konduksi sehingga pada pita valensi akan terbentuk *photohole* (H⁺). Interaksi H⁺ dengan molekul air menghasilkan radikal hidroksil (OH⁻), sedangkan interaksi e⁻ dengan molekul oksigen akhirnya akan membentuk OH⁻. Radikal OH⁻ yang terbentuk dapat berperan sebagai pendegradasi untuk polutan organik sehingga dapat mengurangi cemaran dalam air dengan produk akhir yang ramah lingkungan yaitu CO₂ dan H₂O (Pratiwi, Harlia, & Aritonang, 2020).

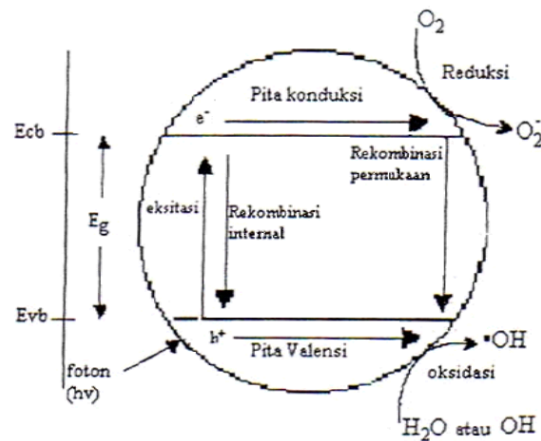
Fotokatalisis menggunakan katalis TiO₂ menunjukkan aktivitas yang sangat baik dalam dekolorisasi air limbah mengandung zat warna azo. Namun demikian, telah diketahui bahwa degradasi organik berpotensi menghasilkan senyawa antara (*intermediate*) yang bersifat karsinogenik apabila tidak mencapai mineralisasi sempurna (Sugiyana & Notodarmojo, n.d.).

2.5 Fotokatalis

Secara umum fotokatalisis didefinisikan sebagai proses reaksi kimia yang dibantu oleh cahaya dan katalis padat. Dimana dalam langkah reaksinya melibatkan pasangan elektron-*hole* (e⁻) dan (H⁺). Definisi umum tersebut mempunyai implikasi bahwa beberapa langkah-langkah fotokatalis adalah reaksi redoks yang melibatkan pasangan e⁻ dan H⁺.

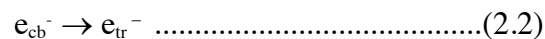
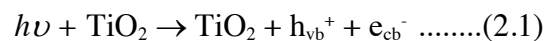
Suatu sistem fotokatalis terdiri dari partikel semikonduktor yang dapat bereaksi dengan medium cairan maupun gas. Proses di dalam fotokatalis adalah jika partikel semikonduktor berada di dalam cairan maupun gas dan dikenai cahaya UV baik yang berasal dari cahaya matahari maupun lampu UV, maka akan menghasilkan pasangan elektron dan lubang (*hole*). Pasangan elektron dan lubang (*hole*) ini akan berdifusi ke permukaan partikel semikonduktor tersebut dan menyebabkan proses oksidasi dan reduksi polutan yang terdapat di dalam medium (Surono & Sutanto, 2014).

Proses fotokatalisis berlangsung melalui fotoinduksi senyawa oksida katalis yang menghasilkan spesies oksidatif yang mampu mendestruksi zat warna. Reaksi fotokatalisis diaktivasi oleh absorpsi foton dengan level energi yang sama atau lebih tinggi dari energi celah pita (*band-gap*) pada katalis. Reaksi tersebut diinisiasi oleh pemisahan muatan yang dihasilkan oleh promosi elektron (e⁻) dari pita valensi ke pita konduksi pada katalis, yang menghasilkan lubang (H⁺) pada pita valensi. Elektron yang dihasilkan mampu mereduksi warna atau bereaksi dengan akseptor elektron seperti O₂ yang teradsorpsi pada permukaan katalis atau terlarut dalam air, untuk membentuk anion radikal superoksida (O₂⁻). Lubang yang dihasilkan mampu mengoksidasi molekul organik atau bereaksi dengan OH⁻ atau H₂O untuk memproduksi OH. O₂⁻ dan OH adalah spesies yang sangat kuat yang mampu mendegradasi hampir seluruh zat warna azo menjadi produk akhir mineral (Sugiyana & Notodarmojo, n.d.).



Gambar 2. 4 Skema Fotokatalisis

Mekanisme fotokatalisis pada permukaan semikonduktor diperlihatkan pada **Gambar 2.4** Jika suatu semikonduktor dikenai cahaya (foton) sebesar $h\nu$, maka (e^-) pada pita valensi akan mengabsorpsi energi foton tersebut dan pindah ke tingkat energi yang lebih tinggi yaitu pita konduksi, akibatnya akan meninggalkan lubang positif (*hole* atau h^+) pada pita valensi. Sebagian besar elektron dan hole berkombinasi kembali di dalam ruah semikonduktor dengan mengemisi kalor, sedangkan sebagian lagi bertahan pada permukaan semikonduktor. Ketika TiO_2 terkena cahaya ($\lambda < 385$ nm) akan menghasilkan elektron (e^-) dan lubang positif (h^+), yang dapat menginisiasi reaksi kimia di permukaannya. Elektron kemudian berinteraksi dengan oksigen menghasilkan O_2^- sementara h^+ berinteraksi dengan air menghasilkan radikal hidroksil (Sani, Rostika, & Rakhmawaty, 2009). Seperti persamaan di bawah ini.



Ketika TiO_2 , pada **persamaan 2.1** dikenai cahaya UV dengan energi $h\nu$ mengakibatkan eksitasi elektron dari pita valensi ke pita konduksi, dan meninggalkan *hole* pada pita valensi h_{vb}^+ . Pada **persamaan 2.2** dan **persamaan 2.3** sebagian elektron pada pita konduksi (e_{cb}^-) dan *hole* pada pita valensi terjebak pada permukaan semikonduktor. *Hole* pada permukaan semikonduktor (h_{tr}^+) mengoksidasi air atau ion OH^- membentuk radikal hidroksil yang berperan sebagai agen detoksikasi yang terjadi pada **persamaan 2.4** dan **persamaan 2.5**. Elektron pada permukaan semikonduktor (e_{tr}^-) menangkap oksigen membentuk ion superoksida (O_2^-) yang dapat menguraikan senyawa polutan seperti yang ditunjukkan pada **persamaan 2.6** (Setiawati, S, S, & Wisnu A, n.d.-b).

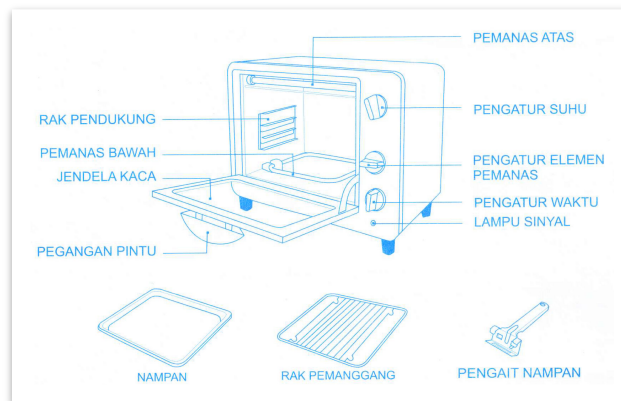
2.6 Oven

Jika *microwave* merupakan alat pemanas yang bekerja dengan menggunakan gelombang mikro elektromagnetik berfrekuensi sekitar 2450 MHz, maka oven merupakan alat pemanas yang bekerja dengan mengubah energi listrik menjadi energi panas yang kemudian

ditransfer dan disebarikan secara merata ke dalam seluruh ruangan oven untuk memanaskan material.

Oven memiliki kelebihan yaitu panas yang dihasilkan akan merata diseluruh ruangan, meskipun konsumsi energi yang digunakan juga cukup besar. Sedangkan, *microwave* sendiri memiliki karakteristik ketidakseragaman dari pemanasan yang dikhawatirkan akan mempengaruhi kualitas dari material yang dipanaskan.

Pada umumnya, oven dilengkapi dengan adanya pengontrol suhu dan waktu, kipas, serta elemen pemanas didalamnya seperti **gambar 2.5** dibawah. Proses pemanasan dalam oven dilakukan jika pengatur suhu dan waktu di-*setting*, yang nantinya akan mengakibatkan elemen pemanas hidup. Elemen pemanas inilah yang mengubah energi listrik menjadi energi panas. Panas yang dihasilkan dalam elemen pemanas mengubah udara normal menjadi udara panas di ruang memasak. Udara panas disirkulasikan dengan kipas yang dipasang di tengah bagian belakang oven. Ini juga membuat aliran panas menyebar secara merata di dalam ruang oven. Jadi, material yang diletakkan di dalam oven konveksi akan panas secara merata (Rosyida Permatasari, M. Sjahrul Annas, 2015).



Gambar 2. 5 Rasio komponen dalam oven (Rosyida Permatasari, M. Sjahrul Annas, 2015)

2.7 Penelitian Sebelumnya

Penelitian sebelumnya mengenai penggunaan TiO_2 sebagai material fotokatalisis dibawah sinar UV dan cahaya tampak yang ditunjukkan pada **Tabel 2.1** Penelitian sebelumnya mengenai penggunaan *S-doped porous carbon* sebagai material fotokatalisis untuk degradasi limbah ditunjukkan pada **Tabel 2.1**

Tabel 2.1 TiO₂ sebagai material fotokatalisis

No	Material	Sumber Cahaya	Aplikasi dan Hasil Penelitian	Referensi
1	ZnCPP-Fullerol/TiO ₂	<i>Xenon lamp light source</i>	Aplikasi: Degradasi <i>Rhodamine-B</i> Hasil penelitian: Laju degradasi <i>Rhodamine-B</i> sebesar 94,7% selama 150 menit.	Wu <i>et al</i> , 2021 ³¹
2	TiO ₂ /BiOCl/La ₂ O ₃	<i>UV-light</i>	Aplikasi: Degradasi <i>Rhodamine-B</i> dan <i>Reactive yellow 86</i> Hasil penelitian: komposit TiO ₂ /BiOCl/La ₂ O ₃ efektif dalam degradasi RhB sebesar 98% dan RY 86 sebesar 92% selama 120 menit.	Sridevi <i>et al</i> , 2021 ³²
3.	Cu _{0.5} Mg _{0.5} Fe ₂ O ₄ -TiO ₂	<i>UV-light</i>	Aplikasi: Degradasi <i>Rhodamine-B</i> Hasil penelitian: efisiensi komposit dalam degradasi Rhb sebesar 98,4% selama 180 menit.	Tran <i>et al</i> , 2021 ³³
4.	C ₃ N ₄ (Ag)/Gr/TiO ₂	<i>UV-light</i>	Aplikasi: Degradasi <i>Rhodamine-B</i> Hasil penelitian: efisiensi komposit dalam degradasi Rhb sebesar 74% selama 120 menit.	Xue <i>et al</i> , 2022 ³⁴
5	rGO/NiO/TiO ₂ (RGNPT)	<i>UV-light</i>	Aplikasi: Degradasi <i>Rhodamine-B</i> Hasil penelitian: efisiensi komposit dalam degradasi Rhb	Santhos <i>et al</i> . 2021 ³⁵

sebesar 88% selama
180 menit.

6	Al ₂ O ₃ : 70% Poliamida 6 : 30%	235-250 °C; rpm	79	Kekuatan tarik : 88 MPa Kekuatan impak : 4,2 kj/m ²	Ren et al., 2017(Ren et al., 2017)
---	---	--------------------	----	---	---------------------------------------

Tabel 2.2 *S-doped porous carbon* sebagai material fotokatalisis

No	Material	Sumber cahaya	Hasil Penelitian dan Aplikasi	Ref
1	<i>Sulphur-modified biochar (S-BC)</i>	<i>UV-light</i>	Aplikasi: Degradasi <i>Rhodamine-B</i> Hasil penelitian: efisiensi komposit dalam degradasi Rhb sebesar 99,18% selama 60 menit.	Kang <i>et al.</i> 2022 ³⁶
2	<i>S-Doping C₃N₄ Nanosheet</i>	<i>UV-light</i>	Aplikasi: Degradasi <i>Rhodamine-B</i> Hasil penelitian: efisiensi komposit dalam degradasi Rhb sebesar 93,06% selama 120 menit.	Liu <i>et al.</i> 2021 ³⁷
3	<i>Nitrogen-Doped Carbon Nanotubes Modified mpg-C₃N (N-CNT/mpg-C₃N)</i>	<i>visible-light</i>	Aplikasi: Degradasi <i>Rhodamine-B (RhB)</i> , <i>Methyl orange (MO)</i> dan <i>Tetracycline (TC)</i> . Hasil penelitian: Komposit CNT/mpg-C ₃ N ₄ -15 memiliki efisiensi paling baik untuk degradasi RhB, MO, dan TC sebesar 95%, 88%, dan 0 selama 30 menit.	Liu <i>et al.</i> 2017 ³⁸
4	<i>Sulphur Doped G-C₃N₄/rGO Porous Nanosheet</i>	<i>visible-light</i>	Aplikasi: Degradasi <i>Rhodamine-B (RhB)</i>	Zheng <i>et al.</i> 2021 ³⁹

dan *Hexavalent chromium* (Cr(IV))

Hasil penelitian:
Efisiensi komposit dalam degradasi Rhb sebesar 100% selama 20 menit dan Cr(IV) sebesar 85,2% selama 100 menit.

5 Nitrogen N Doped Copper Phthalocyanines/ZIF-8 ($Cu_x/N-PC$)

solar-simulated light

Aplikasi: Degradasi *Rhodamine-B* (RhB) dan *Methyl orange* (MO)

Movahed *et al.* 2018⁴⁰

Hasil Penelitian:
 $Cu_{0.25}/N-PC$ memiliki efisiensi paling baik dalam degradasi Rhb dan MO yaitu sebesar 72,98% selama 30 menit

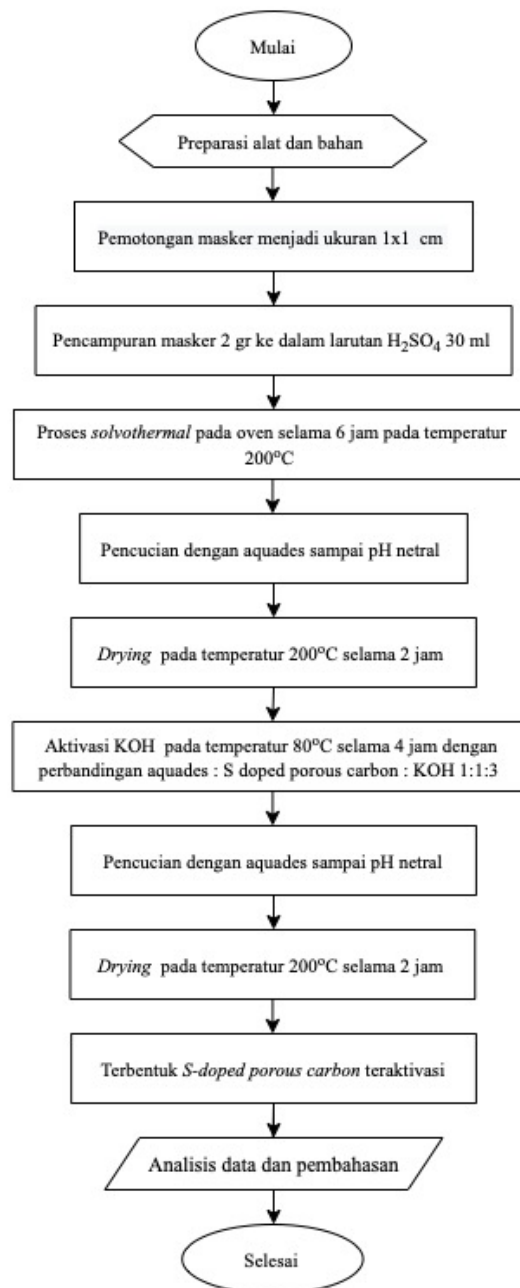
(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir

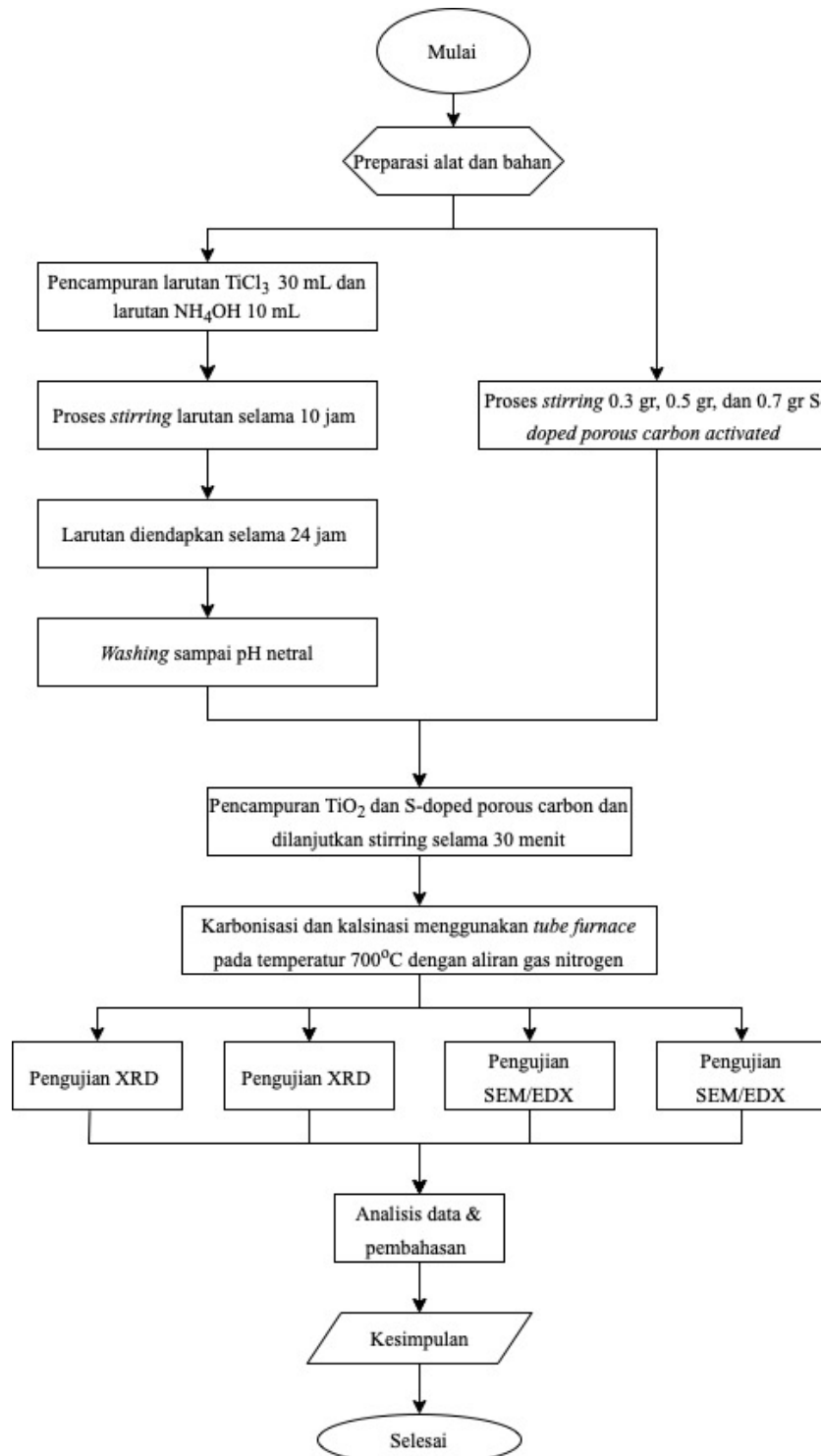
Adapun diagram alir pada penelitian ini sebagai berikut:

3.1.1. Diagram Alir Sintesis *S-Doped Porous Carbon*



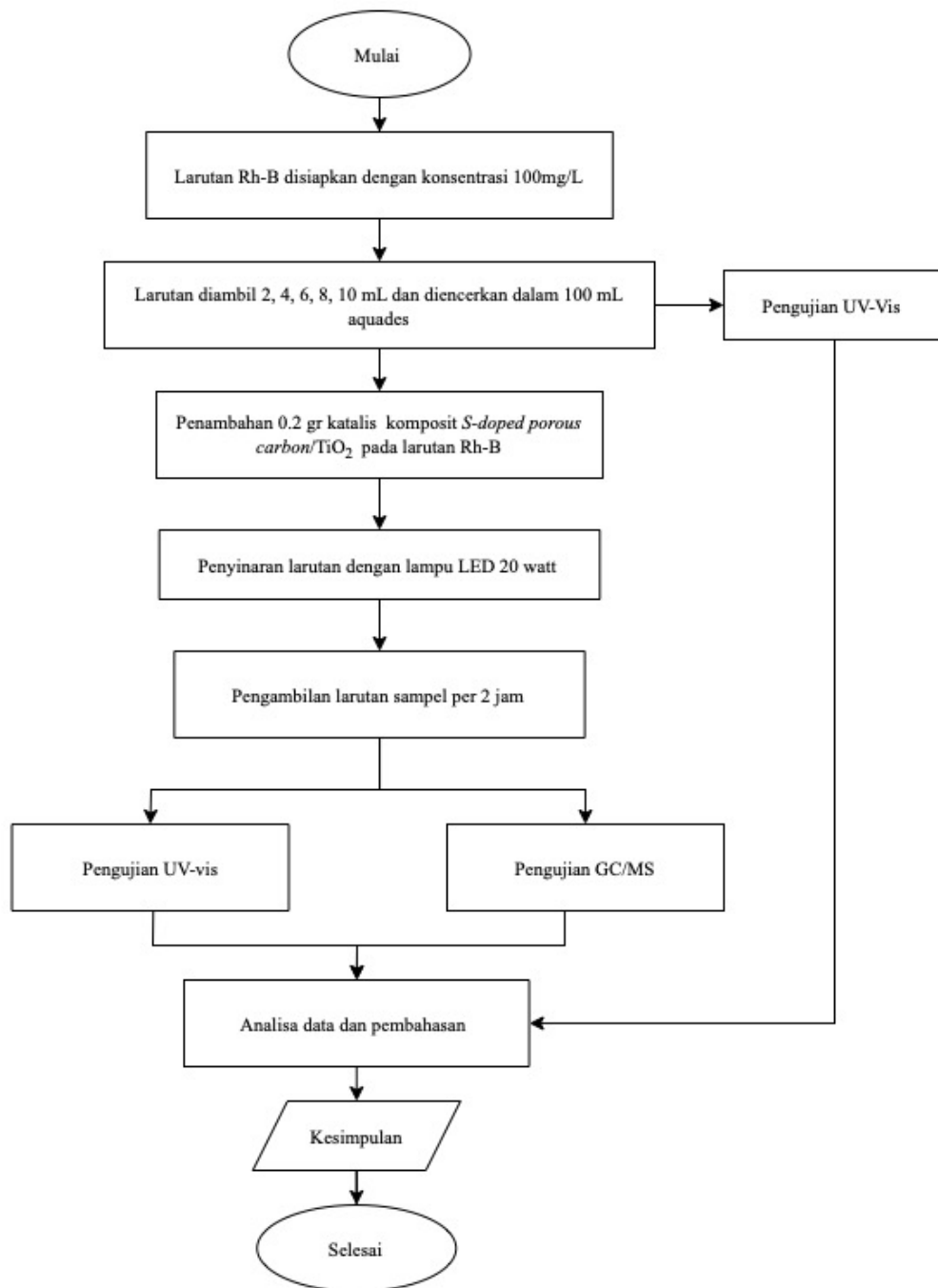
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.1.2 Diagram Alir sintesis komposit *S-Doped Porous Carbon/TiO₂*



Gambar 3. 2 Diagram alir sintesis komposit *S-Doped Porous Carbon/TiO₂*

3.1.3 Diagram Alir Pengujian Fotokatalitik



Gambar 3. 3 Diagram Alir pengujian Fotokatalisis

3.2 Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Aquades (H₂O)
2. Ethanol 70%
3. Larutan Asam Sulfat 98% (H₂SO₄) (SAP Chemicals)

4. Larutan Ammonia 25% (SAP Chemicals)
5. Serbuk KOH (SAP Chemicals)
6. Serbuk Natrium Clorida 99,5% (SAP Chemicals)
7. *Universal Indicator* (Merck KGaA)
8. *Rhodamine-B*
9. Masker bedah 3 *ply* (Sensi)
10. Gas Nitrogen
11. Larutan Titanium (III) Klorida 15% (TiCl₃) (Merck KgaA)

3.3 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Neraca Analitik dari Mettler Toledo
Alat ini digunakan untuk mengukur massa dari masker, serbuk carbon dan NaCl.
2. *Hot Plate with Magnetic Stirrer* dari *Thermo Scientific*
Alat ini digunakan untuk mencampur dan mengaduk larutan agar homogen.
3. *Muffle Furnace* dari *Thermolyne*
Alat ini digunakan pada proses mineralisasi, karbonisasi dan kalsinasi saat sintesis komposit *S-Doped Porous Carbon/TiO₂*.
4. Alat uji pH
Alat ini terdiri dari Kertas Lakmus *Universal* yang digunakan untuk mengukur pH setelah proses *washing*.
5. Gelas Beaker dari Herma dan Iwaki
Alat ini digunakan sebagai wadah aktivitas reaksi kimia.
6. Gelas ukur dari Iwaki
Alat ini digunakan untuk mengukur larutan yang dibutuhkan dalam penelitian.
7. *Thermometer*
Alat ini digunakan untuk mengontrol temperatur saat proses kimia berlangsung.
8. Cawan porselin
Alat digunakan sebagai wadah ketika proses mineralisasi, kalsinasi dan karbonisasi menggunakan *muffle furnace*.
9. Oven
Alat ini digunakan saat proses *drying* dan *solvothermal treatment*.
10. *Autoclave*
Autoclave digunakan pada proses *solvothermal* pada sintesis *S-Doped Porous Carbon*.
11. *Horizontal furnace*
Alat ini digunakan saat proses karbonisasi dan kalsinasi.

3.4 Metode Penelitian

Pada penelitian ini dilakukan dua tahap untuk membuat komposit *S-Doped Porous Carbon/TiO₂*. Tahap pertama adalah sintesis dari masker menjadi karbon dengan metode *microwave solvothermal* dan dilanjutkan dengan proses sintesis *S-Doped Porous Carbon/TiO₂*.

3.4.1 Sintesis *S-Doped Porous Carbon*

Sintesis *S-Doped Porous Carbon* dimulai dengan preparasi alat dan bahan. Masker bedah 3 *ply* sebanyak 2 lembar terlebih dahulu dicuci dan direndam menggunakan ethanol sebelum dipotong menjadi ukuran 1x1 cm. H₂SO₄ sebanyak 30 ml dan masker yang sudah

dipotong dimasukkan ke dalam teflon dan autoclave kemudian dipanaskan menggunakan oven pada temperatur 200°C dengan *holding* selama 6 jam. Masker yang telah menjadi *S-doped carbon porous* dicuci hingga mencapai pH netral kemudian dikeringkan. Proses pengeringan dilakukan menggunakan oven pada temperatur 200°C selama 2 jam. Setelah kering, dilanjutkan dengan proses aktivasi KOH dengan perbandingan aquades : *S-doped porous carbon* : KOH (1 : 1 : 3) menggunakan *magnetic stirring* pada temperature 80°C selama 4 jam. Proses ini menghasilkan *S-doped porous carbon activated*, seperti yang dapat dilihat pada **Gambar 3.1**.

3.4.2 Sintesis Komposit

Proses sintesis komposit *S-doped porous carbon/TiO₂* terbagi atas dua proses yaitu sintesis *TiO₂* dan sintesis komposit. Sintesis *TiO₂* dimulai dengan pelarutan 0,53 gram NaCl sebanyak 9 ml dalam aquades dengan cara *stirring* dengan kecepatan 250 rpm selama 15 menit. Proses selanjutnya adalah penambahan *TiCl₃* sebanyak 4,5 ml dan dilanjutkan dengan *stirring* kembali pada temperatur 45°C selama 15 menit. Kemudian untuk mendapatkan endapan mineral NaCl yang berfungsi sebagai katalisator maka proses selanjutnya adalah mineralisasi menggunakan *furnace* pada temperature 200°C selama 5 jam.

Sintesis komposit dimulai dengan pelarutan *S-doped porous carbon* yang telah teraktivasi ke dalam aquades dengan perbandingan antara *S-doped porous carbon* dan aquades 1:1 (mg:mL). Kemudian dilanjutkan dengan *stirring* selama 30 menit pada temperatur ruangan. Proses selanjutnya adalah penambahan Ti yang telah dipreparasi dengan perbandingan tiap variasi yaitu 15%, 25% dan 35% kemudian *distirring* kembali selama 1 jam pada kecepatan 250 rpm yang bertujuan agar larutan homogen. Proses selanjutnya adalah penambahan *NH₄OH* 25% sebanyak 7,7 mL yang dilanjutkan dengan *stirring* selama 30 menit pada temperatur 45°C sampai terbentuknya endapan. Setelah terbentuk endapan, dilanjutkan dengan *washing* menggunakan aquades hingga mendapatkan pH netral. Setelah itu, proses dilanjutkan dengan kalsinasi dan karbonisasi menggunakan *horizontal furnace* pada temperatur 700°C selama 2 jam. Proses ini menghasilkan komposit *S-doped porous carbon/TiO₂* dan proses secara keseluruhan seperti yang ditunjukkan pada **gambar 3.2**.

3.5 Proses Pengujian

Pada penelitian ini dilakukan beberapa uji coba untuk mengetahui struktur kristal beserta morfologi *S-doped porous carbon/TiO₂* dan sifat fotokatalitis komposit *S-doped porous carbon/TiO₂* untuk degradasi *Rhodamine-B*.

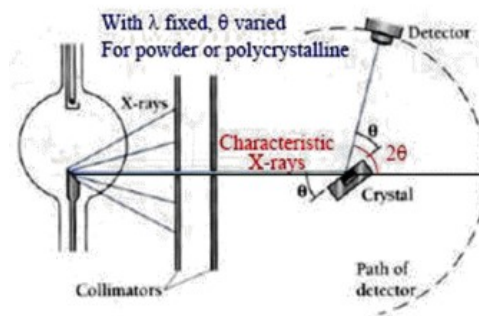
3.5.1 X-Ray Diffraction (XRD)

Pengujian karakterisasi material dengan pengujian *X-Ray Diffraction* adalah sebuah metode atau alat yang digunakan untuk menentukan sifat atom dan struktur molekul kristal dengan mendifraksikan *X-ray* ke segala arah. Fungsi dari alat pengujian *X-Ray Diffraction* ini adalah untuk mengidentifikasi dan menganalisis struktur kristal dan fasa di suatu material (Fatimah et al., 2021). Sampel akan diuji diuji menggunakan instrumen PANAnalytical dengan *range* sudut 10°-90° dan menggunakan gelombang *CuK α* sebesar 1.54056 Å, dimana alat pengujian ini berada di Departemen Teknik Material dan Metalurgi FTIRS-ITS. Berikut merupakan gambar alat pengujian XRD terdapat pada **Gambar 3.4**.



Gambar 3.1 Alat Pengujian XRD

Secara umum prinsip kerja XRD dapat dilihat pada **Gambar 3.5** yaitu:



Gambar 3.2 Prinsip Kerja XRD (Christyaningsih & Diponegoro, 2020)

Sampel ditempatkan pada titik focus hamburan sinar-X yaitu tepat di tengah-tengah *plate* Berikut merupakan tahapan dalam pengujian XRD:

1. Sampel diletakkan di tengah-tengah tatakan (*plate*), tatakan disini berupa sebuah plat tipis yang berlubang di tengah menggunakan perekat pada sisi baliknya agar *plate* tidak jatuh ketika *plate* diputar. Jika spesimen berupa serbuk, maka digunakan *plate* yang di atasnya ditutup dengan menggunakan plastik.
2. Berkas sinar-X didifraksikan oleh sampel dan difokuskan melewati celah, kemudian masuk ke alat pencacah. Apabila sampel berputar sebesar 2θ maka alat berputar sebesar θ .
3. Pola difraksi sinar-X direkam dalam bentuk kurva intensitas terhadap sudut difraksi (Christyaningsih & Diponegoro, 2020).

Untuk menentukan d_{hkl} juga dapat diperkirakan dengan menggunakan persamaan hukum Bragg (*Bragg's Law*) pada **persamaan 3.1**.

$$n \lambda = 2 d \sin \theta \dots \dots \dots (3.1)$$

dengan keterangan :

n = orde difraksi (1,2,3,..)

λ = panjang gelombang sinar-X

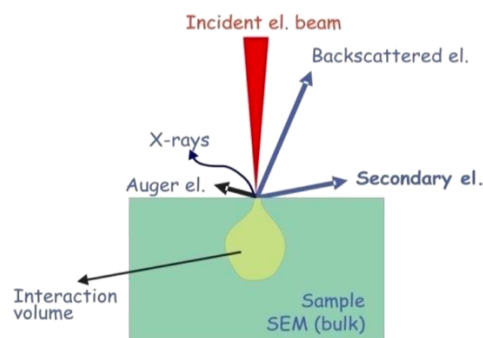
d = jarak antar kisi kristal

θ = sudut difraksi

3.5.2 Scanning Electron Microscope (SEM)/ EDX

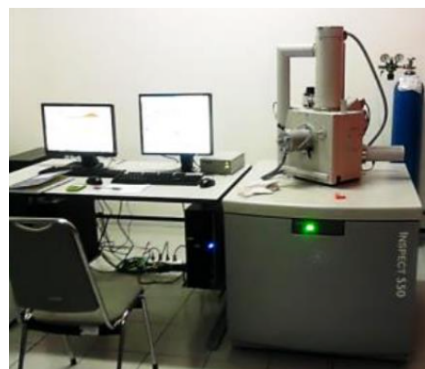
Scanning Electron Microscope (SEM) merupakan jenis mikroskop elektron yang memanfaatkan sinar elektron berenergi tinggi untuk menggambarkan permukaan sampel yang berbeda, pada resolusi yang jauh lebih tinggi dari mikroskop optik. Dimana menampilkan gambar morfologi sampel dengan perbesaran 2000-50.000X.

Adapun cara kerja dari SEM adalah *electron gun* memproduksi *electron beam*, anoda menangkap *electron beam* untuk kemudian diarahkan kesampel kemudian serangkaian lensa *magnetic* memfokuskan *beam* ini dan menembakkan ke sampel, *scanner* membaca struktur permukaan sampel selanjutnya menangkap sinyal dari *secondary* dan *back scattered electron* untuk dikirim ke sistem kontrol sehingga dapat dilihat gambarnya pada monitor (Walock, 2013), seperti pada **gambar 3.6** di bawah ini.



Gambar 3.3 Skema interaksi antara bahan dan elektron di dalam SEM (Sujatno, Salam, & Dimiyati Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju, 2015)

Preparasi spesimen dilakukan dengan cara dihaluskan dan digerus menggunakan mortar dan alu. SEM (*Scanning Electron Microscope*) merupakan salah satu jenis mikroskop elektron dimana dapat menghasilkan gambar/foto dari sampel dengan menggunakan elektron yang terfokuskan. SEM ini biasanya digunakan untuk mengkarakterisasi morfologi serta ukuran partikel dari benda uji. Berikut merupakan gambar alat pengujian SEM/EDX yang dilakukan di divisi karakterisasi material di Departemen Teknik Material dan Metalurgi ITS, terdapat pada **Gambar 3.7**.



Gambar 3.4 Alat uji SEM

Langkah-langkah yang dilakukan saat penggunaan alat SEM ini yaitu:

1. Spesimen diletakkan diatas *holder* yang telah dilekatkan dengan *carbon tape* agar sampel tidak mudah lepas dari *holder* saat melakukan pengujian SEM.
2. Spesimen dimasukkan ke dalam mesin uji SEM.
3. Udara yang berada di dalam tabung dikondisikan pada alat SEM menjadi *vacuum* dan dapat siap untuk dilakukan proses pengamatan.
4. Ketika sampel dikenai elektron, lalu sampel akan mengeluarkan elektron baru yang akan ditangkap oleh *detector* dan akan dikirimkan ke monitor. Permukaan spesimen dapat dilihat dengan perbesar sesuai yang kita inginkan pada layar komputer.

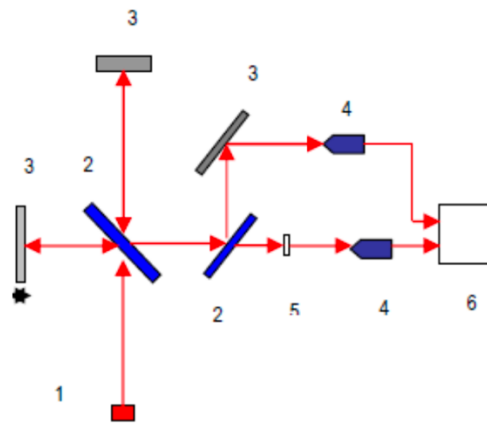
3.5.3 *Fourier Transform Infrared Spectroscopy (FT-IR)*

Pengujian *Fourier-Transform Infrared Spectroscopy (FTIR)* dilakukan di Divisi Karakterisasi Material Departemen Teknik Material dan Metalurgi FTIRS ITS Surabaya dengan menggunakan instrument *Thermo Scientific Nicolet IS10* seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 3.8** dengan panjang gelombang $400 - 4000 \text{ cm}^{-1}$. Pengujian ini dilakukan untuk mengonfirmasi ikatan kimia yang terbentuk. Ikatan kimia yang terbentuk dicirikan dengan *peak* yang berbeda.



Gambar 3.4 Alat Pengujian FTIR

Alat FTIR bekerja dengan menembakkan sinar inframerah, kemudian atom-atom dalam sampel uji akan bervibrasi akibat dari energi dari sinar inframerah tidak kuat untuk menyebabkan atomisasi atau eksitasi elektron. Besarnya vibrasi pada setiap molekul berbeda tergantung dari kekuatan ikatan yang terdapat pada molekul. Pada ikatan kovalen, dua atom digabungkan dan kedua inti atom menggunakan pasangan elektron sama. Kedua inti ini dapat bergetar mendekat dan menjauhi satu sama lain atau membentuk sudut dari pembengkokan yang terjadi yang disebut dengan *stretching* dan *bending*. Skema dari pengujian FTIR dapat dilihat pada **gambar 3.9** di bawah ini.



Gambar 3. 5 Skema alat spektroskopi FT-IR. (1) Sumber inframerah. (2) Pembagi berkas (*beam splitter*). (3) Kaca pemantul. (4) Sensor inframerah. (5) Sampel. (6) *Display*(Silviyah & Widodo, n.d.)

3.5.4 Fotokatalisis

Pengujian fotokatalisis ini bertujuan untuk mengamati pengaruh penambahan massa *S-doped porous carbon* terhadap performa fotokatalisis komposit *S-Doped Porous Carbon/TiO₂* untuk degradasi limbah tekstil, *Rhodamine-B*. Larutan *Rhodamine-B* terlebih dulu diencerkan pada 100 mL sebanyak 2, 4, 6, 8, dan 10 mL kemudian ditambahkan katalis komposit *S-doped porous carbon/TiO₂* sebanyak 2 gram ke dalam larutan. Penyinaran dilakukan menggunakan lampu LED dengan daya 20 Watt dan pengambilan sampel dilakukan per 2 jam. Proses pengujian fotokatalisis dilakukan seperti **gambar 3.3** diatas.

3.5.5 Spektrofotometri UV-Vis

Spektrofotometri UV-Vis adalah teknik analisis spektroskopik yang memakai sumber radiasi elektromagnetik ultra violet dekat(190-380 nm) dan sinar tampak (380-780 nm) dengan memakai alat spektrofotometer. Spektrofotometer UV-VIS digunakan untuk mendapatkan *absorbance spectra* dari suatu material, mengukur intensitas cahaya yang melewati larutan sampel dalam kuvet, dan membandingkannya dengan intensitas cahaya sebelum melewati sampel. Pengujian UV-VIS bertujuan untuk mengetahui panjang gelombang (λ) dan nilai absorbansi dengan cara menembakkan sinar ultraviolet (UV) pada larutan.

Prinsip pengujian UV-Vis adalah mengamati elektron yang tereksitasi menuju level energi yang tinggi diamati sebagai absorbansi cahaya atau radiasi elektromagnetik. Pada pengujian UV-Vis menggunakan panjang gelombang UV visible light dengan rentang 200-800 nm yang memiliki energi sebesar 1.5-6.2 eV. Alat pengujian spektrofotometer UV-VIS seperti **Gambar 3.10**.



Gambar 3.6 Mesin UV-Vis *Genesys 10S UV-Vis Spectrometer* (Dokumen Pribadi)

Radiasi maksimal yang diserap oleh larutan tersebut akan ditunjukkan pada panjang gelombang tertinggi dari nilai absorbansi maksimum dan persentase nilai transmisi minimum yang dihasilkan larutan tersebut. Untuk perhitungan nilai absorbansi digunakan Hukum *Lambert-Beer* yang dirumuskan seperti pada **Persamaan (3.2)** sebagai berikut.

$$A = \varepsilon \cdot b \cdot c \dots\dots\dots (3.2)$$

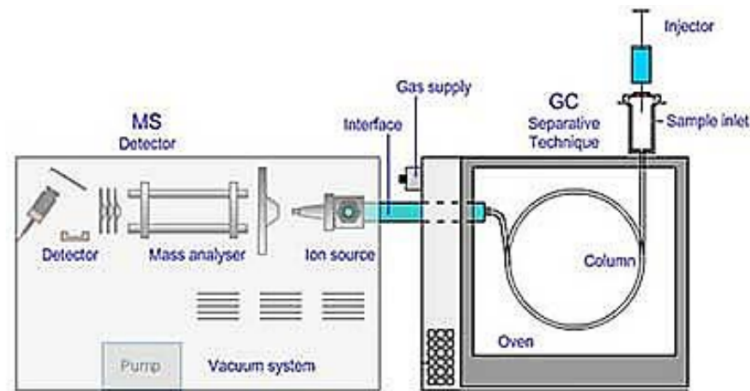
dimana,

- A : absorbansi (arb. units atau *arbitrary units*)
- ε : absorptivitas molar dari material ($M^{-1}cm^{-1}$)
- b : panjang dari *cuvette* atau *sample holder* (~1 cm)
- c : konsentrasi (M)

3.5.6 *Gas Chromatography-Mass Spectrometer* (GC-MS)

GCMS adalah metode pemisahan senyawa organik yang menggunakan dua metode analisis senyawa yaitu gas kromatografi (GC) untuk menganalisis jumlah senyawa secara kuantitatif dan spektrometri massa (MS) untuk menganalisis struktur molekul senyawa analit.

Kromatografi gas (GC) adalah jenis umum dari kromatografi yang digunakan dalam kimia analitik untuk memisahkan dan menganalisis senyawa yang dapat menguap tanpa dekomposisi. GC dapat digunakan untuk pengujian kemurnian zat tertentu atau memisahkan komponen yang berbeda dari campuran (jumlah relatif komponen tersebut juga dapat ditentukan). Kromatografi gas, berdasarkan fasa gerak dan fasa diamnya merupakan kromatografi gas-cair. Dimana fasa geraknya berupa gas yang bersifat inert, sedangkan fasa diamnya berupa cairan yang inert pula, dapat berupa polimer ataupun larutan. Sedangkan spektroskopi massa adalah suatu metode untuk mendapatkan berat molekul dengan cara mencari perbandingan massa terhadap muatan dari ion yang muatannya diketahui dengan mengukur jari-jari orbit melingkarnya dalam medan magnetik seragam. Penggunaan kromatografi gas dapat dipadukan dengan spektroskopi massa. Paduan keduanya dapat menghasilkan data yang lebih akurat dalam pengidentifikasian senyawa yang dilengkapi dengan struktur molekulnya. Mekanisme pengujian GCMS ditunjukkan pada **Gambar 3.11**.



Gambar 3.7 Mekanisme uji GCMS

Metode analisis GCMS adalah membaca spectra yang ada pada kedua metode yang digabung tersebut. Pada spectra GC jika terdapat bahwa dari sampel mengandung banyak senyawa, yaitu terlihat dari banyaknya puncak (*peak*) dalam spectra GC tersebut. Berdasarkan data referensi yang sudah diketahui dari literatur, bisa diketahui senyawa apa saja yang terdapat dalam sampel. Senyawa terduga dimasukkan ke dalam instrument spektroskopi massa. Gas kromatografi akan memisahkan senyawa-senyawa dari suatu sampel. Setelah itu, akan didapat hasil dari spectra spektroskopi massa pada grafik yang berbeda.

3.6 Rancangan Penelitian

Adapun rancangan penelitian dan pengujian yang akan dilakukan pada penelitian ini seperti yang terlihat pada **Tabel 3.1**.

Tabel 3. 1 Tabel pengujian *S-doped porous carbon*/TiO₂

Material	Pengujian karakterisasi material			Pengujian elektrokimia	
	XR D	SEM/ EDX	FTIR	UV- Vis	GC-MS
SPC	√				
SPCA	√	√	√		
KS 0,3	√	√	√	√	
KS 0,5	√	√	√	√	
KS 0,7	√	√	√	√	√
TiO ₂	√	√		√	
RhB				√	√

Keterangan kode:

SPC : *S-doped porous carbon*

SPCA : *S-doped porous carbon* teraktivasi dan karbonisasi

KS 0,3 : Komposit *S-doped porous carbon*/TiO₂ variasi 0,3 gram

KS 0,5 : Komposit *S-doped porous carbon*/TiO₂ variasi 0,5 gram

KS 0,7 : Komposit *S-doped porous carbon*/TiO₂ variasi 0,7 gram

TiO₂ : Hasil sintesis TiO₂
Rh_b : Larutan Rhodamine-B sebelum degradasi

3.7 Jadwal Penelitian

Adapun Jadwal penelitian dari penelitian ini adalah sebagai berikut pada **tabel 3.2**

Tabel 3.1 Jadwal Penelitian

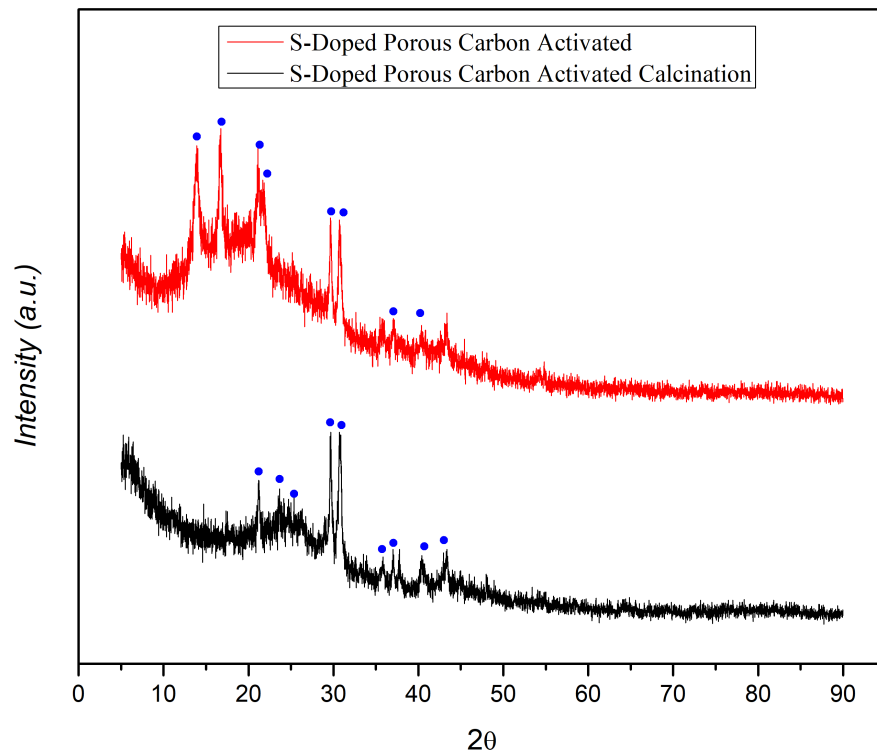
Kegiatan	Bulan															
	Februari				Maret				April				Mei			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Studi Literatur	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Bimbingan Tugas Akhir	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
Persiapan Alat dan Bahan	■	■														
Pengujian XRD			■	■	■	■										
Pengujian SEM							■	■	■							
Pengujian FTIR							■	■	■							
Pengujian UV-Vis							■	■	■							
Pengujian GC-MS							■	■	■							
Penyusunan Laporan Akhir							■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

BAB IV
ANALISIS DATA DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisis Data

4.1.1 Hasil Pengujian X-Ray Diffraction (XRD)

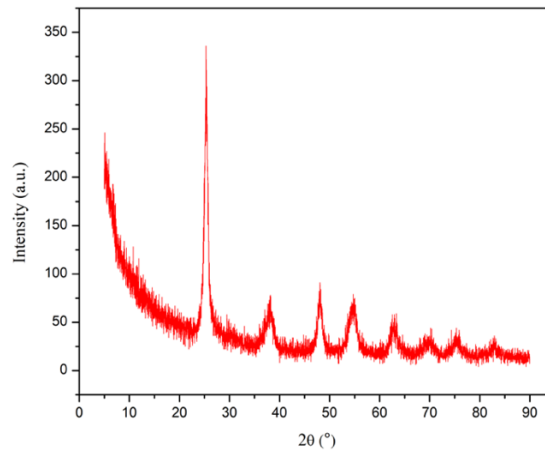
Adapun hasil karakterisasi X-ray Diffraction (XRD) untuk sampel berupa S-doped porous carbon telah dilakukan.



Gambar 4. 1 Hasil Pengujian XRD S-doped porous carbon

Gambar 4.1 merupakan hasil karakterisasi XRD dari *S-doped porous carbon activated* dan *S-doped porous carbon activated calcination*. Pada *S-doped porous carbon activated* puncak yang terbentuk pada 13.9089, 16.6913, 21.1677, 29.6612, 30.6836, 35.7276, 37.0554, 40.4133 dan 43.312. Berdasarkan ICDD 00-049-1720 pada *S-doped porous carbon activated* karbon ditunjukkan pada *peak* 13.9089, 16.6913, 21.8504, 29.6612, 30.6836, 35.7276, 37.0554, 40.4133, dan 43.3121.

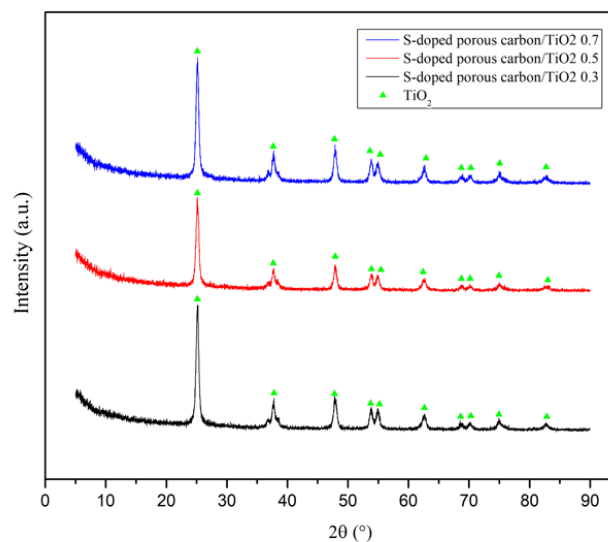
Pada *S-doped porous carbon calcination*, membentuk puncak pada 21.2170, 23.6078, 26.2003, 29.6575, 30.6871, 35.7448, 37.0026, 37.7418, 40.3743, 43.3896, 45.0256, 48.1740, 64.2909, dan 81.8725. Berdasarkan ICDD 01-075-1621 puncak karbon ditunjukkan pada *peak* 21.2170, 23.6078, 26.2003, 29.6575, 30.3060, 35.7448, 37.7416, 40.3743, dan 43.3896.



Gambar 4. 2 Hasil Pengujian XRD Semikonduktor TiO₂

Gambar 4.2 merupakan hasil pengujian X-Ray Diffraction dengan sampel berupa TiO₂ yang telah dikalsinasi pada temperatur 700°C. *Peak* tertinggi berada pada 25.3460° dengan intensitas 260.66 cts dan diikuti pada posisi 38.2158° dengan intensitas 33.57cts, 48.0738° dengan intensitas 52.06 cts, 54.9877° dengan intensitas 106.10 cts, 62.9904° dengan intensitas 128.96 cts, 70.0625° dengan intensitas 133.98 cts, 74.9545° dengan intensitas 9.03 cts, dan 82.7179° dengan intensitas 125.29 cts.

Berdasarkan ICDD 03-065-5714 TiO₂ dengan fasa anatase memiliki kesesuaian pada *peak* pada posisi 25.3460°, 38.2158°, 48.0728°, dan 74.9545°. Struktur kristal dari TiO₂ yang terbentuk adalah anatase yang sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Cassaignon (2007) (Cassaignon, Koelsch, & Jolivet, 2007).



Gambar 4. 3 Hasil pengujian XRD Komposit S-Doped Porous Carbon/TiO₂

Gambar 4.3 menunjukkan hasil pengujian XRD dari sampel komposit *s-doped porous carbon/TiO₂* yang telah dikalsinasi dan karbonasi pada temperatur 700°C dengan waktu penahanan selama 2 jam.

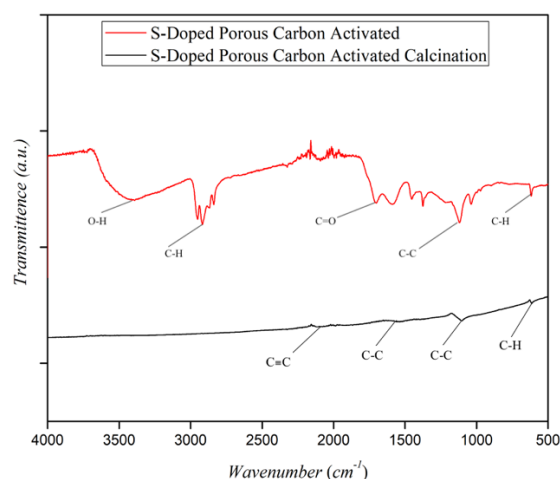
Pada *s-doped porous carbon/TiO₂* dengan variasi 0.7 peak yang terbentuk pada 25.2259° dengan intensitas 557.11, 47.9629° dengan intensitas 155.52 cts, 53.8372° dengan intensitas 111.65 cts, 54.9133° dengan intensitas 90.25 cts, 62.6038° dengan intensitas cts, 68.6964° dengan intensitas 23.90 cts, 70.3325° dengan intensitas 29.81 cts, 75.0938° dengan intensitas 41.37 cts, dan 82.7773° dengan intensitas 24.13 cts. Berdasarkan ICDD 01-071-1167 TiO₂ yang terbentuk berada puncak 25.0861, 36.7488, 47.8203, 53.9085, 54.9623, 62.6262, 68.7374, 70.2589, 75.0195, dan 82.7618 dan membentuk fasa anatase.

Pada *S-doped porous carbon/TiO₂* dengan variasi 0.5 peak yang terbentuk pada 25.0861° dengan intensitas 592.11 cts, 37.6921° dengan intensitas 127.24 cts, 47.8203° dengan intensitas 142.65 cts, 53.8085° dengan intensitas 99.59 cts, 54.9623° dengan intensitas 91.93 cts, 62.6262° dengan intensitas 68.7374 cts, 70.2589° dengan intensitas 27.36 cts, 75.0195° dengan intensitas 38.53 cts, dan 82.7618° dengan intensitas 21.96 cts. Berdasarkan ICDD 01-071-1167 TiO₂ yang terbentuk berada puncak 25.0861, 36.7488, 47.8203, 53.9085, 54.9623, 62.6262, 68.7374, 70.2589, 75.0195, dan 82.7618 dan membentuk fasa anatase.

Pada *S-doped porous carbon/TiO₂* dengan variasi 0.3 peak yang terbentuk pada 25.0964° dengan intensitas 451.48 cts, 37.6944° dengan intensitas 85.09 cts, 47.9141° dengan intensitas 110.64 cts, 53.9122° dengan intensitas 70.41 cts, 54.9451° dengan intensitas 67.80 cts, 62.7603° dengan intensitas 47.92 cts, 70.2613° dengan intensitas 18.29 cts, 75.0672° dengan intensitas 26.40 cts, dan 82.6331° dengan intensitas 13.96 cts. Berdasarkan ICDD 01-071-1167 TiO₂ yang terbentuk berada puncak 25.0861, 36.7488, 47.8203, 53.9085, 54.9623, 62.6262, 68.7374, 70.2589, 75.0195, dan 82.7618 dan membentuk fasa anatase.

4.2 Hasil Pengujian Fourier Transform Infrared (FTIR)

Pengujian FTIR ini menggunakan mesin Nicolet IS10 dengan range Panjang gelombang sebesar 500-4000 cm⁻¹. Gambar menunjukkan hasil pengujian FTIR dari *S-doped porous carbon activated*.



Gambar 4. 4 Hasil Pengujian FTIR *S-doped porous carbon activated* dan *S-doped porous carbon activated karbonisasi*

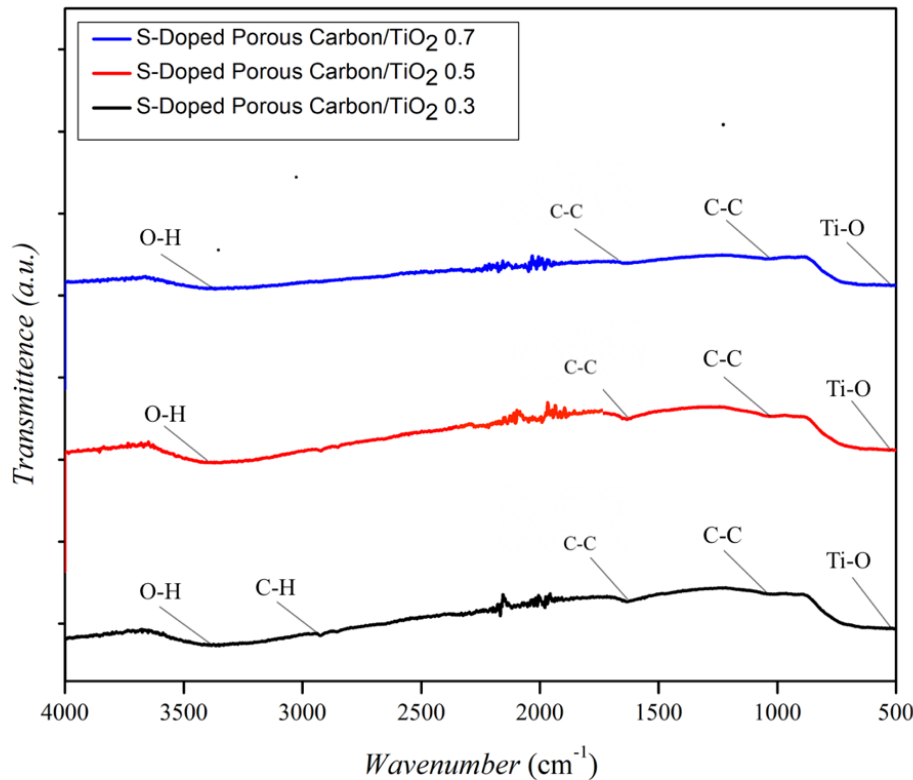
Gambar 4.4 merupakan karakterisasi FTIR dilakukan pada *S-doped porous carbon activated* dan *S-doped porous carbon activated calcination* pada temperatur 700°C. Spektrum *S-doped porous carbon activated* menunjukkan lebih banyak *peak* dibandingkan *S-doped porous carbon activated calcination*. Spektrum *S-doped porous carbon activated* memiliki rentang puncak yang dimulai dari 3600-600. Spektrum 3381,47 cm⁻¹ menunjukkan masih adanya ikatan hidroksil (OH) atau masih adanya air yang teradsorpsi pada *S-Doped Porous Carbon Activated*. Ikatan karbon aktif ditunjukkan pada *peak* 2951.09, 2917.32, 2837.96, 1587.86, 1454.02, 1375.45, 1119.82, 1038.38 dan 617.81 cm⁻¹. Pada spektrum ini masih menunjukkan adanya ikatan rangkap dua dari karbon dan oksigen yaitu pada *peak* 1701,37 cm⁻¹.

Spektrum IR dari S-Doped Porous Carbon Activated Calcinated menunjukkan lebih sedikit *peak* dikarenakan sudah hilangnya pengotor, air, dan oksigen pada temperatur 700°C. Spektrum ini memiliki puncak karbon pada 2116.24, 1557.88, 1104.47, dan 616,46 cm⁻¹ yang dapat dilihat pada **tabel 4.1**.

Tabel 4. 1 Hasil Pengujian FTIR *S-doped porous carbon*

Sample	Peak	Intesitas	Referensi	Ikatan
<i>S-Doped Porous Carbon Activated</i>	617,81	70,301	1000-675	C-H Bending
	1038,38	63,178	1025-1200	C-C
	1119,82	47,346		
	1375,45	61,397	1400-600	C-C
	1454,02	67,665		
	1587,86	63,169	1600-1400	C-C
	1701,37	64,229	1680-1700	C=O
	2837,96	62,955	2900-2800	C-H Aldehyde
	2917,32	45,851	2950-2840	C-H Streching
	2951,09	50,191		
	3381,47	66,466	3600-3200	O-H Streching Hydroxil
S-Doped Porous Carbon Activated Calcinated	616,46	51,569	1000-675	C-H Bending
	1104,47	36,446	1150-1085	C-O
	1557,88	35,605	1600-1400	C-C
	2116,24	31,295	2260-2100	C≡C

Karakterisasi FTIR dilakukan juga pada sampel komposit *S-doped porous carbon/TiO₂* untuk ketiga variasi penambahan massa yaitu komposit *S-doped porous carbon/TiO₂ 0.7*, komposit *S-doped porous carbon/TiO₂ 0.5* dan komposit *S-doped porous carbon/TiO₂ 0,3* seperti **gambar 4.5**.



Gambar 4. 5 Hasil Pengujian FTIR Komposit S-Doped Porous Carbon/TiO₂

Gambar 4.5 adalah karakterisasi menggunakan spektroskopi FTIR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi dan jenis ikatan yang terdapat dalam komposit *S-doped porous carbon*/TiO₂. Spektrum karbon aktif ditunjukkan oleh puncak-puncak pada bilangan gelombang pada komposit *S-doped porous carbon*/TiO₂ variasi 0.3 yaitu 3349,44, 2850,66, dan 2922,68 cm⁻¹. Puncak pada bilangan 3349,44 cm⁻¹ disebabkan oleh vibrasi regnagan gugus hidroksil (OH) atau air yang teradsorpsi pada *S-doped Porous carbon*. Selain itu pada spektrum FTIR komposit *S-doped porous carbon*/TiO₂ variasi 0.3 memiliki puncak serapan pada rentang 800-450 yang menunjukkan adanya ikatan Ti-O-Ti dan 1631,66 yang menunjukkan adanya Titanium Carboxylate.

Pada komposit S-Doped Porous Carbon/TiO₂ 0.5 menunjukkan adanya ikatan karbon aktif yang ditunjukkan dengan spektrum 3368.69 cm⁻¹ dan 1033,25 cm⁻¹. Ikatan dari Ti-O-Ti ditunjukkan pada peak 416,56 cm⁻¹. Spektrum 3368.69 cm⁻¹ menunjukkan adanya air yang teradsorpsi pada komposit *S-Doped Porous Carbon*/TiO₂ 0.5.

Pada komposit *S-Doped Porous Carbon*/TiO₂ 0.7 karbon aktif ditunjukkan pada spektrum 3366,49 dan 1042.74 cm⁻¹. Spektrum pada 3366,49 cm⁻¹ menunjukkan adanya ikatan hidroksil (OH) yang menunjukkan adanya adsorpsi air pada komposit. Untuk ikatan dari titania sendiri ditunjukkan pada spektrum 1625,5 cm⁻¹ dan ikatan Ti-O ditunjukkan pada spektrum 425,25 cm⁻¹ yang dapat dilihat pada **tabel 4.2**.

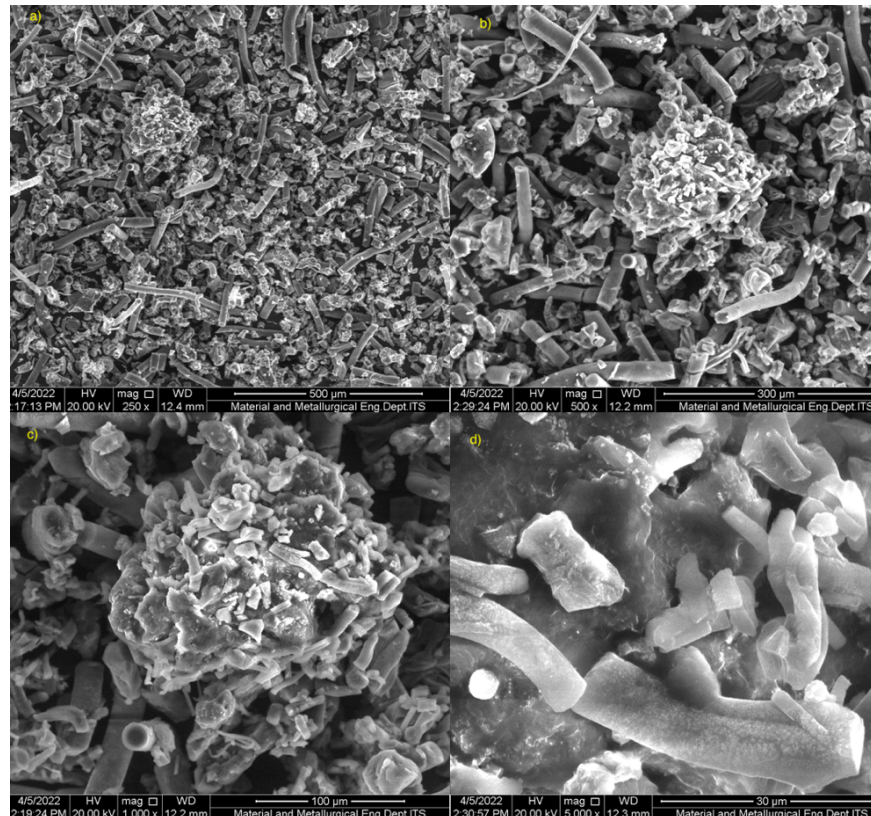
Tabel 4. 2 Hasil Pengujian FTIR Komposit *S-Doped Porous Carbon*

Sample	Peak	Intesitas	Referensi	Ikatan
	421,06	65,3295	800-450	Ti-O Streching

<i>S-doped porous carbon/TiO₂ 0,3</i>	1631,66	65,391	1600-1400	C-C
	2850,66	70,281	1000-675	C-H Bending
	2922,68	67,623		
	3349,44	61,538	3600-3200	O-H Streching Hydroxil
<i>S-doped porous carbon/TiO₂ 0,5</i>	416,56	68,192	800-450	Ti-O
	1033,25	94,369	1025-1200	C-C
	1628,5	92,797	1600-1400	C-C
	3368.69	65,914	3600-3200	O-H Streching Hydroxil
<i>S-doped porous carbon/TiO₂ 0,7</i>	425,25	58,607	800-450	Ti-O Streching
	1042.74	79,258	1025-1200	C-C
	1625,5	76,778	1600-1400	C-C
	3366,49	60,982	3600-3200	O-H Streching Hydroxil

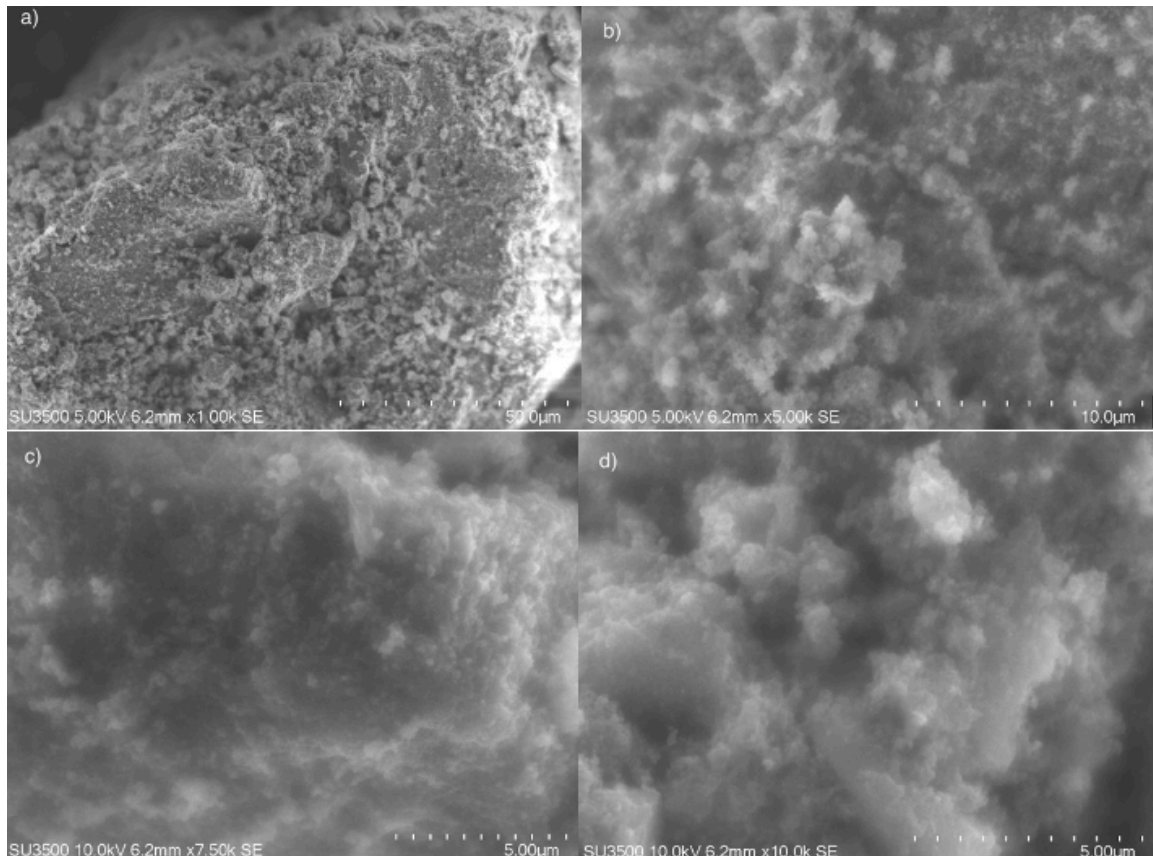
4.3 Hasil Pengujian Scanning Electron Microscope (SEM/EDX)

Pengujian *scanning electron microscope* (SEM) dengan alat INSPECT S50 diketahui untuk mengetahui morfologi dari *S-doped porous carbon* aktif, TiO_2 , dan *S-doped porous carbon/TiO₂* dengan variasi massa dari *S-doped porous carbon* sebesar 0,3 gram, 0,5 gram, dan 0,7 gram.



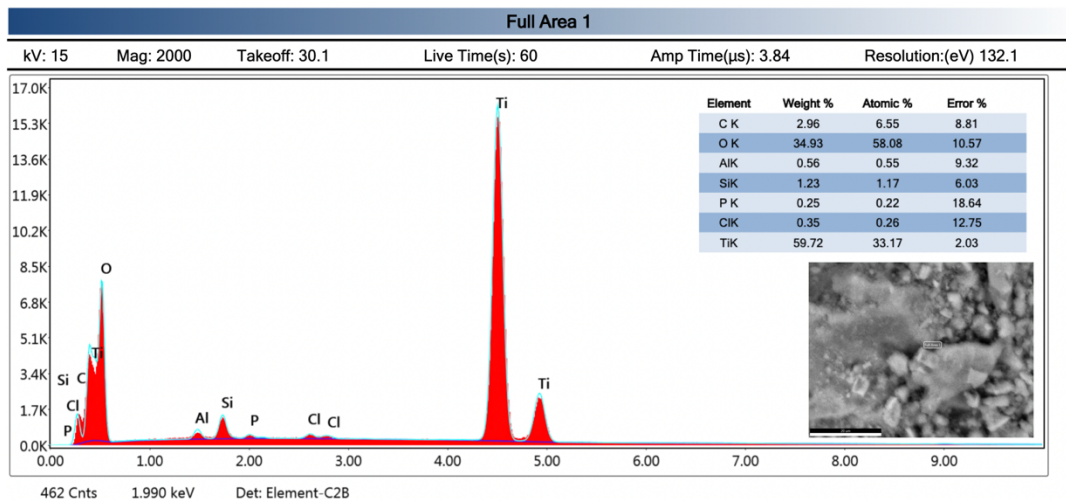
Gambar 4. 6 Hasil Pengujian *S-doped Porous Carbon* dengan pembesaran (a) 250x, (b) 500x, (c) 1000x dan (d)5000X

Gambar 4.6 menunjukkan hasil dari pengujian *Scanning Electron Microscopy* (SEM) dengan sampel berupa *S-doped porous carbon*. Dari perbesaran 250, 500 dan 1000x morfologi dari *S-doped porous carbon* ini berbentuk seperti serat-serat panjang dan di beberapa bagian membentuk gumpalan. Pada perbesaran 5000x dapat dilihat jika ukuran dari serat tidak sama dan distribusinya tidak merata.



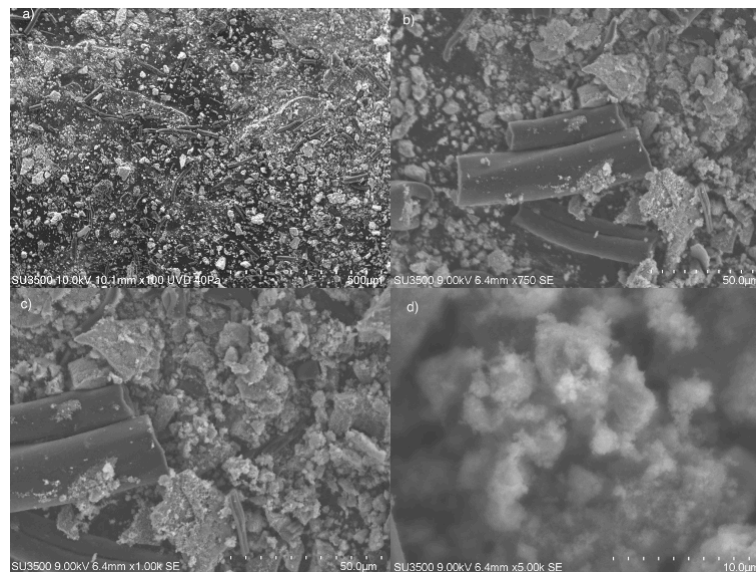
Gambar 4. 7 Hasil Pengujian SEM TiO₂ a)1000x b)5000x, c)7500x dan d)10000x

Morfologi permukaan semikonduktor TiO₂ dilihat dengan pengujian *Scanning Electron Microscopy* (SEM) pada **gambar 4.7**. Hasil SEM menunjukkan bahwa bentuk dari TiO₂ yang terbentuk adalah *spherical* (bulat) dan cenderung beraglomerat. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Nasution, 2018.



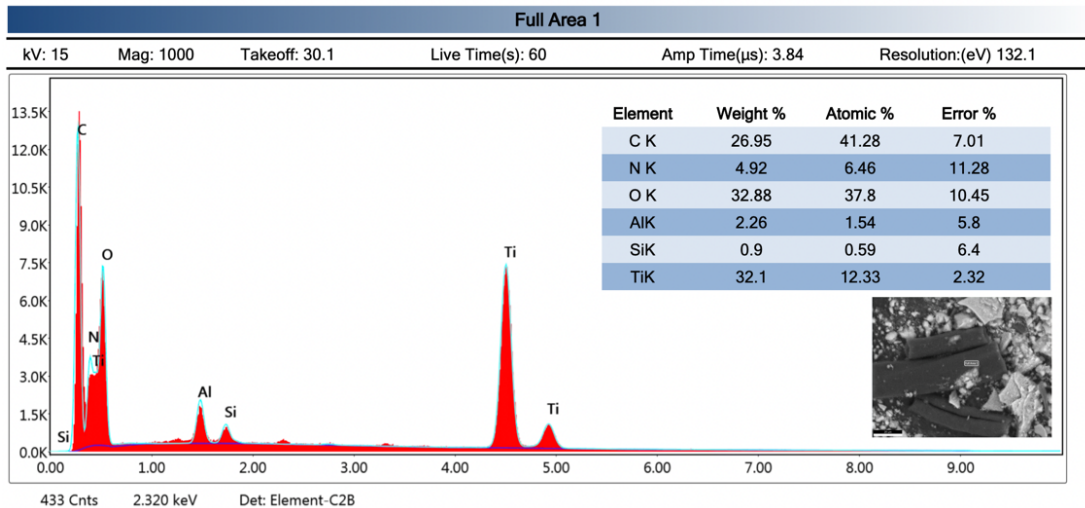
Gambar 4. 8 Hasil Pengujian EDX TiO₂

Berdasarkan data yang didapatkan dari pengujian EDX pada **gambar 4.8** menunjukkan bahwa ditemukan adanya sejumlah Al, Si, P, C dan Cl dalam jumlah yang kecil yaitu Cl sebesar 0.35%wt, C sebesar 2,96%wt, P sebesar 0,25%wt, Si sebesar 1,23%wt, dan Al sebesar 0,56%wt. Untuk persentase dari Ti ditunjukkan dengan kandungan sebesar 59,72%wt dan O sebesar 45.93%wt. Hal tersebut menunjukkan bahwa kandungan Ti lebih banyak dibandingkan dengan kandungan O pada semikonduktor TiO₂. Dapat dilihat dari hasil EDX dengan sampel TiO₂ mengandung banyak unsur pengotor selain Ti-O. Unsur tersebut dapat diperoleh dari proses sintesis salah satunya penggunaan tube furnace saat kalsinasi maupun belum selesainya proses *washing* sehingga masih ada pengotor yang tersisa. Unsur pengotor yang bisa didapat dari penggunaan tube furnace seperti Al, Si, P, dan C. Sedangkan adanya unsur Cl didapat dari campuran prekursor saat proses sintesis dan belum selesainya proses pencucian sehingga unsur ini masih tertinggal.



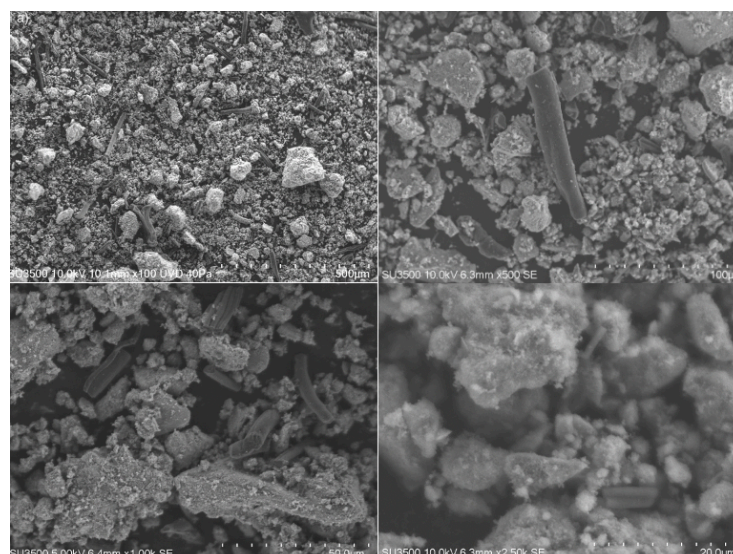
Gambar 4. 9 Hasil Pengujian SEM Komposit *S-Doped Porous Carbon /TiO₂ 0,7* perbesaran a)100x, b)750x, c)1000x dan d)5000x

Dari pengujian SEM untuk komposit *S-Doped Porous Carbon /TiO₂ 0,7* pada gambar 4.9 dapat dilihat bahwa morfologi dari komposit ini distribusi dari TiO₂ lebih banyak dibandingkan dengan karbon. Dapat dilihat juga bahwa bentuk dari TiO₂ cenderung beraglomerasi sedangkan untuk karbon berbentuk serat panjang. Persebaran karbon diantara TiO₂ tidak merata dan tidak saling menempel.



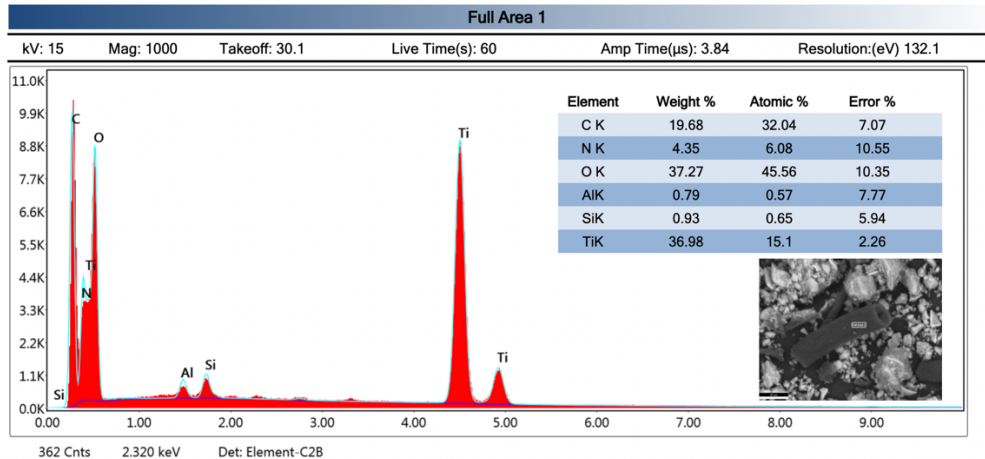
Gambar 4. 10 Hasil pengujian EDX Komposit *S-Doped Porous Carbon /TiO₂ 0,7*

Berdasarkan pengujian EDX pada **gambar 4.10** maka dapat diketahui kandungan dari komposit *S-doped porous carbon/TiO₂ 0,7*. Komposit ini mengandung kandungan lain berupa N, Al, dan Si dengan persentase N sebesar 4,92%wt, Al sebesar 2,26%wt, dan Si sebesar 0,9%wt. Untuk persentase C sebesar 26,95%wt, Ti sebesar 32,1%wt dan O sebesar 32,88%. Persentase tersebut menunjukkan bahwa komposit *S-doped porous carbon /TiO₂* dengan variasi *S-doped porous carbon* sebesar 0.7 gram memiliki kandungan Ti dan O lebih besar dibandingkan dengan kandungan C.



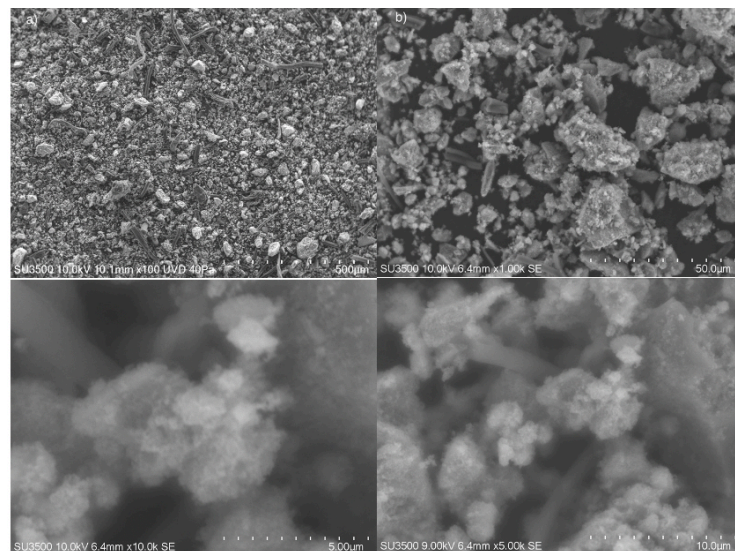
Gambar 4. 11 Hasil Pengujian SEM Komposit *S-Doped Porous Carbon /TiO₂ 0,5* perbesaran a)100x, b)500x, c)1000x, dan d)2500x

Gambar 4.11 menunjukkan gambar morfologi dari permukaan komposit *S-Doped Porous Carbon /TiO₂ 0,5*. Dilihat dari perbesaran 1000x, distribusi dari TiO₂ dan karbon cenderung tidak beraturan. Untuk karbon sendiri berbentuk serat-serat panjang yang tersebar pada TiO₂. Pada perbesaran 500, 1000 dan 2500x dapat dilihat bahwa ukuran dari partikel TiO₂ cenderung tidak sama ukurannya.



Gambar 4. 12 Hasil pengujian EDX Komposit *S-Doped Porous Carbon/TiO₂ 0,5*

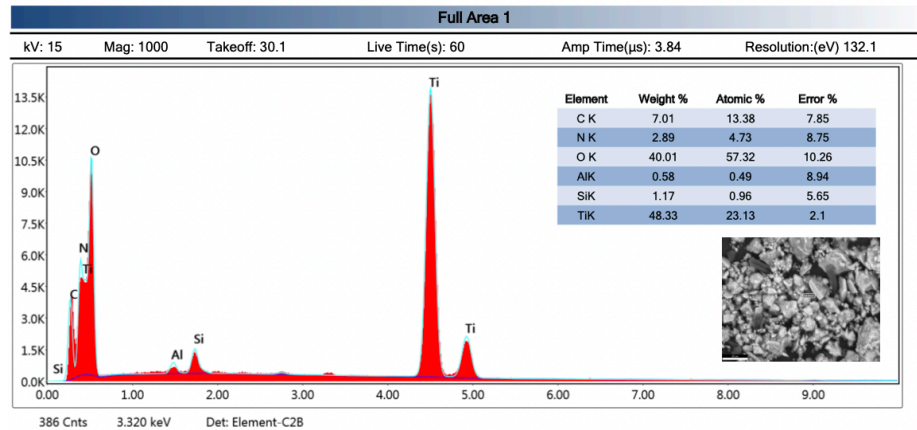
Berdasarkan pengujian Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDX) pada **gambar 4.12** menunjukkan bahwa komposit *s-doped porous carbon/TiO₂* memiliki kandungan lain seperti N dan Al .Persentase *weight* kandungan tersebut adalah Al sebesar 0,79%wt dan N sebesar 4.35%wt. Untuk C memiliki persentase sebesar 19,68%wt, Si sebesar 0,93%wt, O sebesar 37,27%wt dan Ti sebesar 36,98%wt.



Gambar 4. 13 Hasil Pengujian SEM Komposit *S-Doped Porous Carbon/TiO₂ 0,3* perbesaran a)100x b)1000x c)5000x dan d)10000x

Gambar 4.13 menunjukkan hasil pengujian SEM untuk Komposit *S-Doped Porous Carbon/TiO₂ 0,3*. Jika dibandingkan dengan morfologi komposit *S-Doped Porous Carbon/TiO₂ 0,5* dan *S-Doped Porous Carbon/TiO₂ 0.7*, serat karbon yang terbentuk pada *S-*

Doped Porous Carbon/TiO₂ 0,3 lebih sedikit. Distribusi karbon diantara TiO₂ juga tidak merata dan beraturan. Karbon ditunjukkan dengan bentuk serat-serat panjang sedangkan TiO₂ berbentuk bulat dan cenderung beraglomerasi.

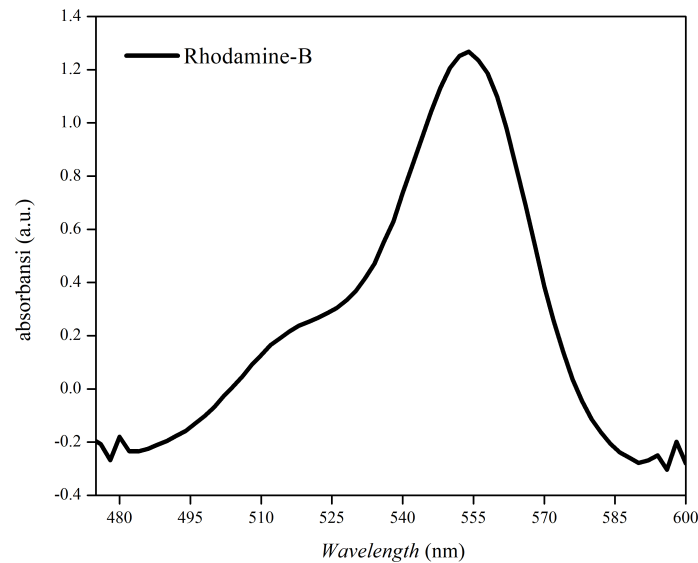


Gambar 4. 14 Hasil Pengujian EDX komposit S-Dopep Porous Carbon/TiO₂ 0,3

Gambar 4.14 merupakan hasil dari pengujian Energy Dispersive X-ray Spectroscopy (EDX) untuk komposit *S-doped porous carbon/TiO₂ 0.3* menunjukkan presentase dari kandungan komposit tersebut. Adapun *element* yang terkandung adalah C, N, O, Al, Si, dan Ti. Presentase Ti sebesar 48%wt dan 23.13%At, Si sebesar 1.17%wt dan 0.96%At, Al sebesar 0.58%Wt dan 0.49%At, O sebesar 40.01%Wt dan 57.32%At, N sebesar 2.89%Wt dan 4.73%At, dan C sebesar 7.01%Wt dan 13.38%At. Dari hasil pengujian ini dapat diketahui bahwa terkandung beberapa elemen lain yaitu N, Al, dan Si. Elemen dengan nilai presentase terbanyak dalam komposit ini adalah Ti dan lebih besar nilainya jika dibandingkan dengan nilai presentase kandungan O.

4.4 Hasil Pengujian Fotokatalisis

Dalam pengujian fotokatalitik ini terbagi atas 3 tahap pengujian dimana tahap pertama dalam pengujian ini adalah pengujian UV-Vis untuk menentukan panjang gelombang larutan pewarna *Rhodamine-B* yang bertujuan untuk mendapatkan sumber cahaya yang sesuai. Pengujian yang kedua ialah menentukan kurva standar pewarna *Rhodamine-B* yang berguna sebagai rumus acuan untuk membuat kurva komposit. Pengujian yang ketiga adalah hasil dari pengujian fotokatalisis Kembali diuji dengan alat UV-Vis untuk mendapatkan data berupa angka. Hasil pengujian UV-Vis untuk larutan pewarna *Rhodamine-B* dapat diluat pada gambar 4.13.



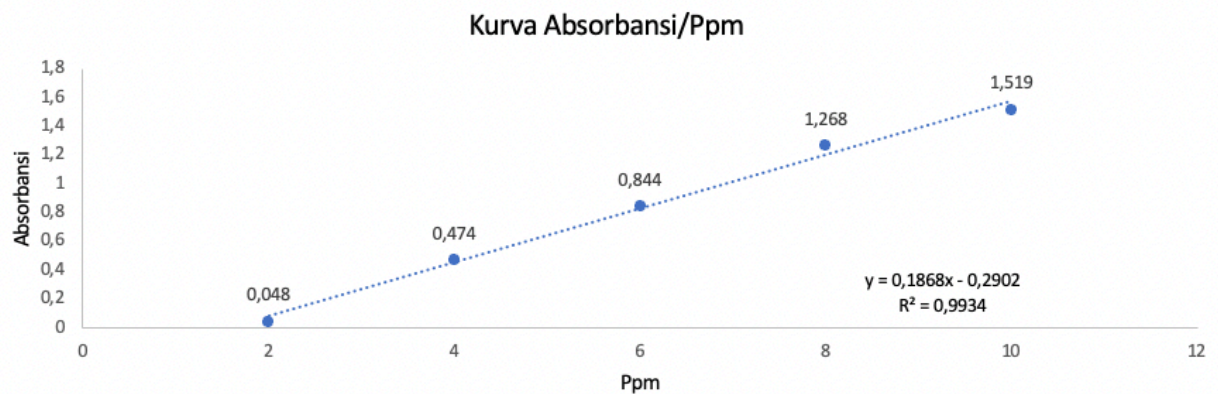
Gambar 4. 15 Hasil Pengujian UV-Vis Rhodamine-B

Gambar 4.15 menunjukkan bahwa *Rhodamine-B* dengan konsentrasi 10 ppm memiliki panjang gelombang maksimum sebesar 554 nm dengan nilai absorbansi sebesar 1.519. Dari data yang didapatkan tersebut menunjukkan bahwa pewarna *Rhodamine-B* tergolong dalam sinar tampak yang berada pada range 400-700 nm. Panjang gelombang maksimum dari larutan *Rhodamine-B* ini dijadikan acuan dengan menggunakan nilai absorbansi dari setiap ppm yang berbeda dan nantinya akan digunakan pula untuk membuat kurva kalibrasi untuk membuat kurva acuan komposit.

Tabel 4. 3 Nilai Absorbansi Larutan Rhodamine-B

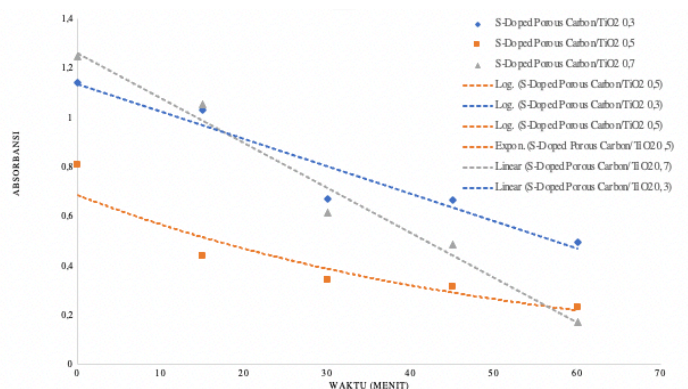
Nomor	ppm	Nilai Absorbansi
1	2	0,048
2	4	0,474
3	6	0,844
4	8	1,268
5	10	1,519

Dari **Tabel 4.3** diatas menunjukkan data nilai absorbansi larutan *Rhodamine-B* dari hasil pengujian UV-Vis. Kurva standar ini didapat dari pengukuran absorbansi dari larutan *Rhodamine-B* konsentrasi 2-10 ppm dengan interval 2 ppm. Dari data tersebut maka akan didapatkan kurva segresi linier seperti pada gambar 4.14 dibawah ini.



Gambar 4. 16 Kurva Regresi Linier Hubungan Konsentrasi terhadap Absorbansi

Berdasarkan **Tabel 4.3** tersebut didapatkan persamaan regresi linier yaitu $y = 0,1868x - 0,2902$ dan koreksi kemiringan garis sebesar $R^2 = 0,9934$ seperti yang ditunjukkan pada **gambar 4.16**. Nilai R^2 yang mendekati satu menunjukkan bahwa hubungan yang linier antara konsentrasi dan tingkat absorbansi. Berdasarkan persamaan yang telah didapat maka konsentrasi Rhodamine-B dapat dihitung dengan memasukkan nilai absorbansinya. Dimana y menunjukkan nilai absorbansi dan x menunjukkan besar ppm.



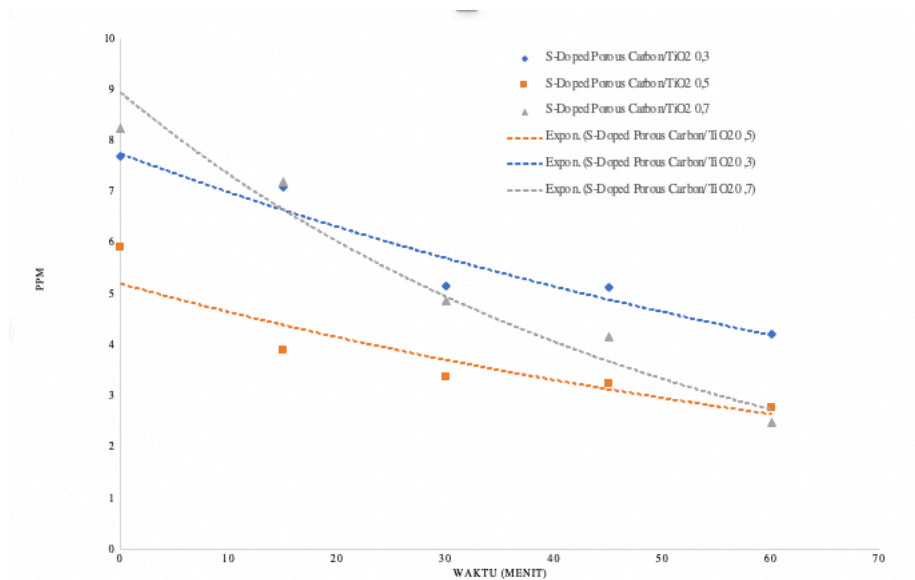
Gambar 4. 17 Grafik absorbansi/waktu

Gambar 4.17 adalah hasil absorbansi komposit *S-doped porous carbon/TiO₂* yang dihitung dari Panjang gelombang sebesar 554 dari hasil pengujian panjang gelombang sebelumnya. Nilai absorbansi terbaik adalah variasi komposit *S-doped porous carbon/TiO₂* dengan massa *S-doped porous carbon* sebesar 0,7 gram dengan nilai absorbansi setiap 15 menit yaitu 1.250, 1.055, 0.617, 0.486, dan 0.172.

Sementara nilai absorbansi paling rendah adalah komposit *S-doped porous carbon/TiO₂* dengan variasi massa *S-doped porous carbon* sebesar 0.3 gram dengan nilai absorbansi pada tiap jamnya yaitu 1.144, 1.032, 0.671, 0.666, dan 0.494. Untuk komposit *S-doped porous carbon/TiO₂* dengan variasi massa *S-doped porous carbon* 0.5 memiliki nilai absorbansi sebesar 0.812, 0.439, 0.341, 0.315, dan 0.236.

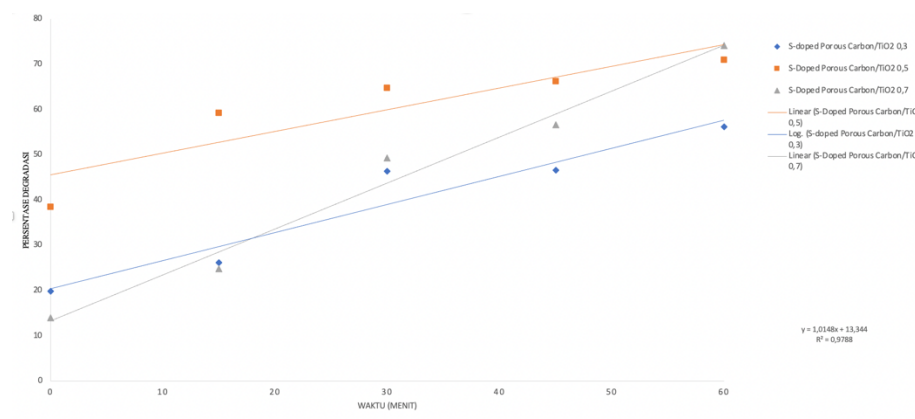
Kenaikan nilai absorbansi terbesar pada ada pada komposit *S-doped porous carbon/TiO₂* dengan variasi massa *S-doped porous carbon* sebesar 0,7 gram. Hal tersebut disebabkan komposit tersebut memiliki massa *S-doped porous carbon* lebih besar dibandingkan dengan komposit lainnya. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Ma, Ning, & Wei, 2022

Menyebutkan bahwa penambahan doping Sulfur dapat mengurangi *energy gap* yang dapat memudahkan elektron tereksitasi dari pita valensi ke pita valensi dan mempercepat reaksi fotokatalisis. Fasa TiO_2 yang terbentuk pada waktu kalsinasi 700°C adalah anatase yang merupakan fasa terbaik untuk reaksi fotokatalisis karena energi celah pitanya yang lebih kecil.



Gambar 4.18 Grafik ppm/waktu

Gambar 4.18 merupakan grafik ppm/waktu yang didapat dari perhitungan absorbansi dari larutan baku. Dapat dilihat bahwa *S-doped porous carbon/TiO₂ 0.7* memiliki nilai paling baik yang diikuti dengan *S-doped porous carbon/TiO₂ 0.5* dan *S-doped porous carbon/TiO₂ 0.3*.



Gambar 4.19 Grafik Presentase Degradasi

Berdasarkan hasil yang sudah diperoleh dari grafik-grafik sebelumnya, maka dapat digunakan untuk membuat grafik presentase degradasi seperti yang akan ditunjukkan pada **gambar 4.19**. Didapatkan pula persamaan linier yaitu $y = 1,0148x + 13,344$ dan nilai R sebesar 0,9788. Untuk nilai y berupa persentase degradasi dan untuk nilai x berupa waktu(menit). Berdasarkan perhitungan degradasi, dapat diketahui bahwa komposit *S-doped porous carbon/TiO₂ 0.7* memiliki persentase degradasi paling baik dengan nilai 74,18% yang dihitung

setelah sampel disinari sinar UV 20 watt selama 1 jam. Diikuti dengan *S-doped porous carbon/TiO₂* 0.5 dengan nilai persentase degradasi sebesar 70,94% yang dihitung setelah sampel disinari lampu UV 20 watt selama 1 jam. Komposit *S-doped porous carbon/TiO₂* 0.3 memiliki nilai persentase degradasi sebesar 56,19% yang dihitung setelah sampel disinari lampu UV 20 watt selama 1 jam. Dari perhitungan yang didapat maka dapat ditentukan pula waktu untuk tingkat persen degradasi sebesar 100% yaitu ketika mencapai 86 menit.

Kemampuan degradasi terbaik ada pada komposit *S-doped porous carbon/TiO₂* 0.7 hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak massa *porous carbon* dapat memberikan performa degradasi yang lebih baik. Komposit ini memiliki luas permukaan dari *porous carbon* yang besar dan fasa anatase dari TiO₂ yang memiliki energy band gap paling kecil sehingga dapat membentuk OH lebih cepat dan mempercepat reaksi fotokatalisis dalam degradasi Rhodamine-B.

4.5 Hasil pengujian Gas Chromatography-Mass Spectrometer (GC-MS)

Pengujian GC-MS dilakukan untuk melihat perbedaan hasil dari reaksi penambahan katalis berupa komposit *S-doped porous carbon/TiO₂* yang ditambahkan ke dalam larutan *Rhodamine-B* sebelum dan sesudah degradasi. Hasil pengujian GC-MS untuk larutan *Rhodamine-B* sebelum ditambahkan katalis komposit dapat dilihat pada Tabel 4.4

Tabel 4. 4 Hasil Pengujian GC-MS *Rhodamine -B*

Area %	Component
15,82	N-(Trifluoroacetyl)-N,O,O',O"-tetrakis(trimethylsilyl)norepinephrine
30,44	2H-1,4-Benzodiazepin-2-one, 7-chloro-1,3-dihydro-5-phenyl-1-(trimethylsilyl)-3-[(trimethylsilyl)oxy]
36,89	3-Isopropoxy-1,1,1,7,7,7-hexamethyl-3,5,5-tris(trimethylsiloxy)tetrasiloxane
16,85	Benzoic acid, 2,4-bis[(trimethylsilyl)oxy]-, trimethylsilyl ester (CAS)

Tabel 4.4 menunjukkan senyawa yang terkandung dalam *Rhodamine-B* murni sebelum terdegradasi dengan reaksi fotokatalisis menggunakan komposit *S-doped porous carbon/TiO₂*.

Tabel 4. 5 Hasil Pelngujian GC-MS *Rhodamine-B* Terdegradasi

Area %	Component
20,34	2,6-Dihydroxybenzoic Acid
35,05	2H-1,4-Benzodiazepin-2-one, 7-chloro-1,3-dihydro-5-phenyl-1-(trimethylsilyl)-3-[(trimethylsilyl)oxy]

44,61

3-Isopropoxy-1,1,1,7,7,7-
hexamethyl-3,5,5-
tris(trimethylsiloxy)tetrasiloxane

Tabel 4.5 adalah hasil GC-MS dari larutan Rhodamine-B yang sudah terdegradasi. Rhodamine-B memiliki ikatan Cl yang berbahaya bagi makhluk hidup dan setelah didegradasi tidak terdapat lagi ikatan dari Cl.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini adalah

1. Sintesis S-doped porous carbon/TiO₂ telah berhasil dilakukan yang ditunjukkan dengan adanya hasil pengujian karakterisasi XRD, FTIR dan SEM. Penambahan *S-doped porous carbon* pada komposit menunjukkan semakin banyak massa *S-doped porous carbon* yang ditambahkan semakin banyak pula serat-serat karbon yang terbentuk pada permukaan komposit.
2. Pengaruh dari variasi penambahan massa S-doped porous carbon terhadap performa komposit *S-doped porous carbon*/TiO₂ berbanding lurus dengan penambahan massa. Komposit *S-doped porous carbon*/TiO₂ 0,7 memiliki performa paling baik dengan persentase degradasi sebesar 74,14% selama satu jam diikuti dengan komposit *S-doped porous carbon*/TiO₂ 0,5 dengan persentase degradasi sebesar 70,94% selama satu jam dan komposit *S-doped porous carbon*/TiO₂ 0,3 dengan persentase degradasi sebesar 56.19% selama satu jam.

5.1 Saran

Adapun saran yang dapat digunakan untuk penelitian berikutnya adalah

1. Memastikan bahwa S-doped porous carbon bebas dari pengotor.
2. Sebelum pengujian UV-Vis larutan lebih baik di *centrifuge* terlebih dahulu agar hasil yang didapat sesuai.
3. Sebelum proses karbonisasi atau kalsinasi menggunakan tube furnace lebih baik dibersihkan dulu untuk bagian dalam dari tube furnace tersebut.
4. Untuk memastikan tidak ada pengotor Cl⁻ dilakukan titrasi dengan reagen pengendap yang berfungsi sebagai indikator bahwa proses pencucian selesai.
5. *S-doped porous carbon* terlebih dahulu dihaluskan menggunakan *ballmill* sebelum dikarbonisasi.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

DAFTAR PUSTAKA

1. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. *Limbah Sumber*. <https://dataalam.menlhk.go.id/download-pdf/limbah/terbaru/jawa-timur>.
2. Patel, H. *Characterization and treatment of textile wastewater Studies on Characterization and Treatment of Textile Mill Wastewater View project*. <https://www.researchgate.net/publication/315640784> (2015).
3. Sonker, R. K. *Green synthesis of TiO₂ nanosheet by chemical method for the removal of Rhodamin B from industrial waste. Materials Science and Engineering B: Solid-State Materials for Advanced Technology* 258, (2020).
4. Rafique, M. *et al. Eco-friendly green and biosynthesis of copper oxide nanoparticles using Citrofornetella microcarpa leaves extract for efficient photocatalytic degradation of Rhodamin B dye form textile wastewater. Optik* 208, (2020).
5. Fatmawati, D. & Aritonang, A. B. Sintesis dan Karakterisasi TiO₂-Kaolin Menggunakan Metode Sol-Gel. 8, 15–21 (2019).
6. Victory, S. *Indonesian Journal of Chemical Science The Utilization of Medical Mask Waste as a High-Quality Nanofiber Material: a Review. J. Chem. Sci* vol. 10 <http://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/GANTiijs> (2021).
7. 104-Article Text-330-1-10-20201003.
8. Dewi, Y. C. Sintesis Material Transparan Berpori sebagai Filter Debu. (2016).
9. Wright, S. L., Rowe, D., Thompson, R. C. & Galloway, T. S. *Microplastic ingestion decreases energy reserves in marine worms. Current Biology* vol. 23 (2013).
10. di Maria, F. . *Minimization of spreading of SARS-CoV-2 via household waste produced by subjects affected by Covid-19 or in quarantine. Science of the Total Environment* 743, (2020).
11. Hong, J., Zhan, S., Yu, Z., Hong, J. & Qi, C. Life-cycle environmental and economic assessment of medical waste treatment. *Journal of Cleaner Production* 174, 65–73 (2018).
12. Sintesis Porous Carbon dari Sukrosa Menggunakan Si.
13. Kyotani, T. *Porous Carbon*. (2003) doi:10.1016/B978-0-08-044163-4.50007-3.
14. Gu, S. Utilization of porous carbon synthesized with textile wastes via calcium acetate template for tetracycline removal: The role of template agent and the formation mechanism. *Chemosphere* 289, (2022).
15. Hu, X. & Lin, Z. *Transforming waste polypropylene face masks into S-doped porous carbon as the cathode electrode for supercapacitors*. doi:10.1007/s11581-021-03949-7/Published.
16. Sahu, V. *Heavily nitrogen doped, graphene supercapacitor from silk cocoon. Electrochimica Acta* 160, 244–253 (2015).
17. Merouani, S., Hamdaoui, O., Saoudi, F. & Chiha, M. *Sonochemical degradation of Rhodamine B in aqueous phase: Effects of additives. Chemical Engineering Journal* 158, 550–557 (2010).
18. Lin, C.-C. & Hsiao, H.-H. Degradation of Rhodamine B in water by heat/persulfate process. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers* 132, 104190 (2022).
19. Wahyuningsih, S., Anjani, V., Munawaroh, H. & Purnawan, C. Optimization of Rhodamine B Decolorization by Adsorption and Photoelectrodegradation Combination System. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia* 14, 276 (2018).
20. Sari, P. A. K. Degradasi Fotoelektrokatalitik Rhodamine B Pada Elektrpada Lapis Tipis TiO₂ Tersensitisasi. (2012).

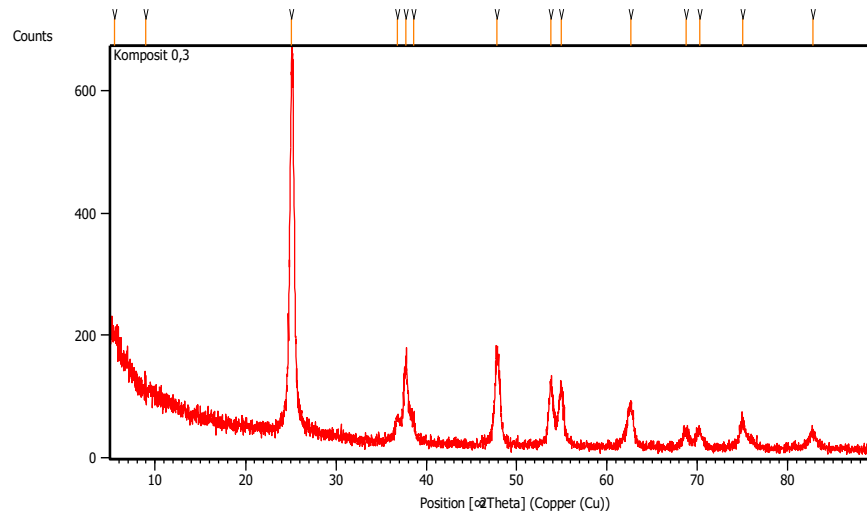
21. Listanti, A., Taufiq, A., Hidayat, A. & Sunaryono, S. Investigasi Struktur dan Energi Band Gap Partikel Nano TiO₂ Hasil Sintesis Menggunakan Metode Sol-Gel. *JPSE (Journal of Physical Science and Engineering)* 3, 8–15 (2018).
22. Cui, W.. *Nature-inspired CaCO₃ loading TiO₂ composites for efficient and durable photocatalytic mineralization of gaseous toluene. Science Bulletin* 65, 1626–1634 (2020).
23. Diebold, U. *The surface science of titanium dioxide.*
24. Pratiwi, E., Harlia, H. & Aritonang, A. B. Sintesis TiO₂ terdoping Fe³⁺ untuk Degradasi Rhodamin B Secara Fotokatalisis dengan Bantuan Sinar Tampak. *POSITRON* 10, 57 (2020).
25. Sugiyana, D. & Notodarmojo, S. Studi Mekanisme Degradasi Fotokatalisis Zat Warna Azo Acid red 4 Menggunakan Katalis Mikropartikel TiO₂.
26. Surono, A. T. & Sutanto, H. Sifat Optik Zinc Oxide (ZnO) yang Dideposisi di Atas Substrat Kaca Menggunakan Metode Chemical Solution Deposition (CSD) dan Aplikasinya Untuk Degradasi Zat Warna Methylene Blue. *Youngster Physics Journal* vol. 2 (2014).
27. Setiawati, T. S., S, A. I., S, S. G. & Wisnu A, dan A. Sintesis Lapisan Tipis TiO₂ dan analisis Sifat Fotokatalisisnya.
28. Sani, A., Rostika, A. & Rakhmawaty, D. Pembuatan Fotokatalis TiO₂ 2-Zeolit Alam Asal Tasikmalaya untuk Fotodegradasi Methylene Blue. *Journal of Indonesia Zeolites* vol. 8 (2009).
29. Setiawati, T. S., S, A. I., S, S. G. & Wisnu A, dan A. Sintesis Lapisan Tipis TiO₂ dan analisis sifat fotokatalisisnya.
30. Rosyida Permatasari, M. Sjahrul Annas, B. A. Distribusi Temperatur Pada Microwave dan Oven menggunakan Metode CFD. *Seminar Nasional Tahunan Teknik Mesin XIV (SNTT M XIV)* 1–5 (2015).
31. Wu, Z. Y., Xu, Y. J., Huang, L. J., Zhang, Q. X. & Tang, D. L. *Fullerene-cored star-shaped polyporphyrin-incorporated TiO₂ as photocatalysts for the enhanced degradation of rhodamine B. Journal of Environmental Chemical Engineering* 9, (2021).
32. Sridevi, A., Ramji, B. R., Prasanna Venkatesan, G. K. D., Sugumaran, V. & Selvakumar, P. A facile synthesis of TiO₂/BiOCl and TiO₂/BiOCl/La₂O₃ heterostructure photocatalyst for enhanced charge separation efficiency with improved UV-light catalytic activity towards Rhodamine B and Reactive Yellow 86. *Inorganic Chemistry Communications* 130, (2021).
33. Tran, C. van. New TiO₂-doped Cu–Mg spinel-ferrite-based photocatalyst for degrading highly toxic rhodamine B dye in wastewater. *Journal of Hazardous Materials* 420, (2021).
34. Xue, S., Li, H., Cao, F., Cao, Y. & Yue, X. Preparation of g-C₃N₄(Ag)/Gr/TiO₂ Z-scheme photocatalyst with enhanced reduction property and the efficient degradation of rhodamine B. *Journal of Alloys and Compounds* 898, (2022).
35. Santhosh, K. Tailoring hierarchical porous TiO₂ based ternary rGO/NiO/TiO₂ photocatalyst for efficient hydrogen production and degradation of Rhodamine B. *Journal of Molecular Structure* 1235, (2021).
36. Kang, F. Honeycomb like CdS/sulphur-modified biochar composites with enhanced adsorption-photocatalytic capacity for effective removal of rhodamine B. *Journal of Environmental Chemical Engineering* 10, (2022).
37. Liu, W., Peng, R., Ye, X., Guo, J. & Luo, L. Sulfur doping and structure defect functionalized carbon nitride nanosheets with enhanced photocatalytic degradation activity. *Applied Surface Science* 560, (2021).

38. Liu, J. Non-metal photocatalyst nitrogen-doped carbon nanotubes modified mpg-C₃N₄: facile synthesis and the enhanced visible-light photocatalytic activity. *Journal of Colloid and Interface Science* 494, 38–46 (2017).
39. Zheng, Y. Sulfur-doped g-C₃N₄/rGO porous nanosheets for highly efficient photocatalytic degradation of refractory contaminants. *Journal of Materials Science and Technology* 41, 117–126 (2020).
40. Movahed, S. K., Piraman, Z. & Dabiri, M. A nitrogen-doped porous carbon derived from copper phthalocyanines on/in ZIF-8 as an efficient photocatalyst for the degradation of dyes and the C[sbnd]H activation of formamides. *Journal of Photochemistry and Photobiology A: Chemistry* 351, 208–224 (2018).
41. Fatimah, S. *How to Calculate Crystallite Size from X-Ray Diffraction (XRD) using Scherrer Method*. (2021) doi:10.17509/ijost.v6ix.
42. Christyaningsih, R. Y. & Diponegoro, U. Aplikasi Fisika Kuantum-Hamburan Pada ” X-Ray Diffraction (XRD)”. (2020).
43. Walock, M. *Nanocomposite coatings based on quaternary metalnitrogen* l ’ *École Nationale Supérieure d ’ Arts et Métiers Spécialité “ Mécanique et Matériaux ” University of Alabama at Birmingham Nanocomposite coatings based on quaternary metal- nitrogen and nanocarbon*. (2013).
44. Sujatno, A., Salam, R. & Dimiyati Pusat Sains dan Teknologi Bahan Maju, A. Studi Scanning Electron Microscopy (SEM) Untuk Karakterisasi Proses Oksidasi Paduan Zirkonium. *Jurnal Forum Nuklir (JFN)* vol. 9 (2015).
45. Silviyah, S. & Widodo, C. S. Penggunaan Metode FT-IR (*Fourier Transform Infra Red*) untuk Mengidentifikasi Gugus Fungsi Pada Proses Pembaluran Penderita Mioma.
46. Spennemann, D. H. R. Covid-19 face masks as a long-term source of microplastics in recycled urban green waste. *Sustainability (Switzerland)* 14, (2022).

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

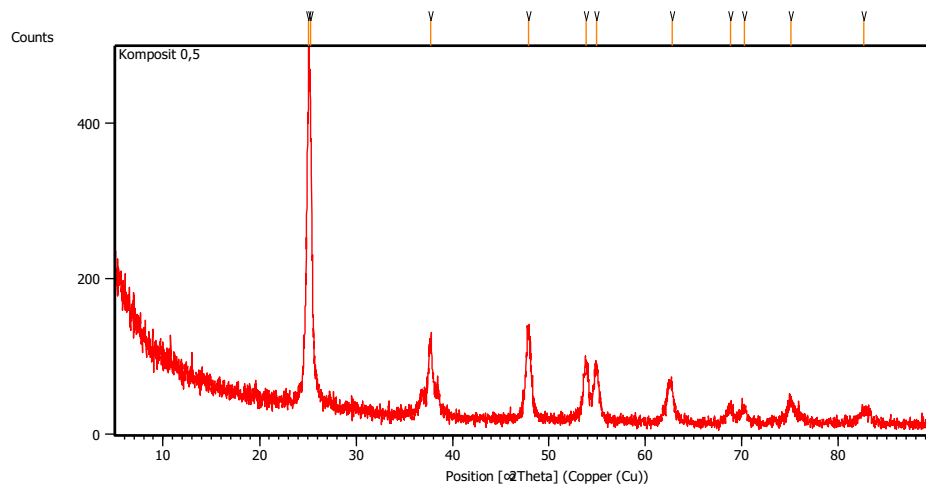
LAMPIRAN

a) XRD
Dataset Name: Komposit 0,3

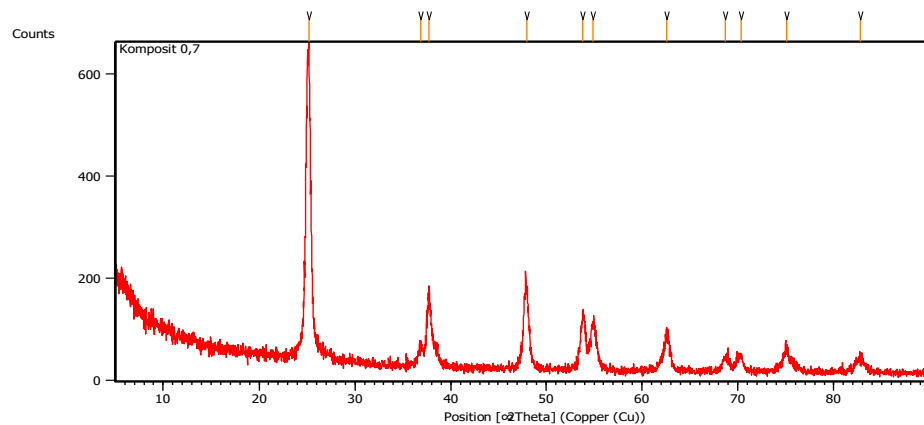


Pos. [$^{\circ}2\text{Th.}$]	Height [cts]	FWHM Left [$^{\circ}2\text{Th.}$]	d-spacing [\AA]	Rel. Int. [%]
5.5168	47.18	0.6691	16.01965	7.97
8.9514	25.31	0.1004	9.87921	4.27
25.0861	592.11	0.1338	3.54988	100.00
36.7488	39.51	0.2676	2.44567	6.67
37.6921	127.24	0.3346	2.38661	21.49
38.5883	35.52	0.4015	2.33322	6.00
47.8203	142.65	0.5353	1.90212	24.09
53.8085	99.59	0.4015	1.70373	16.82
54.9623	91.93	0.4015	1.67066	15.53
62.6262	68.76	0.6022	1.48339	11.61
68.7374	26.26	0.4015	1.36566	4.44
70.2589	27.36	0.4684	1.33977	4.62
75.0195	38.53	0.5353	1.26612	6.51
82.7618	21.96	0.8029	1.16621	3.71

Dataset Name: Komposit 0,5



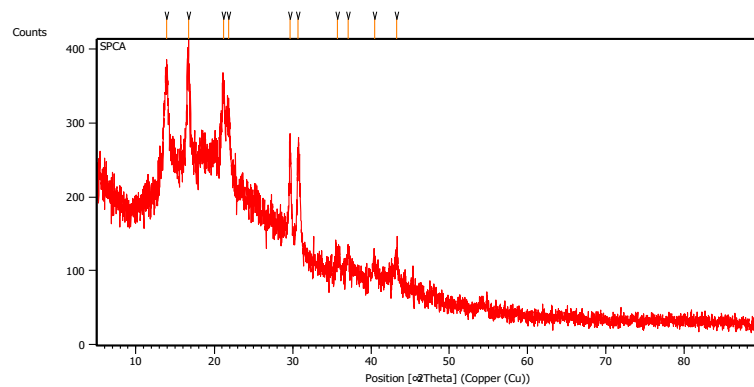
Dataset Name: Komposit 0,7



Pos. [$^{\circ}2\theta$.]	Height [cts]	FWHM Left [$^{\circ}2\theta$.]	d-spacing [\AA]	Rel. Int. [%]
25.2259	557.11	0.4684	3.53052	100.00

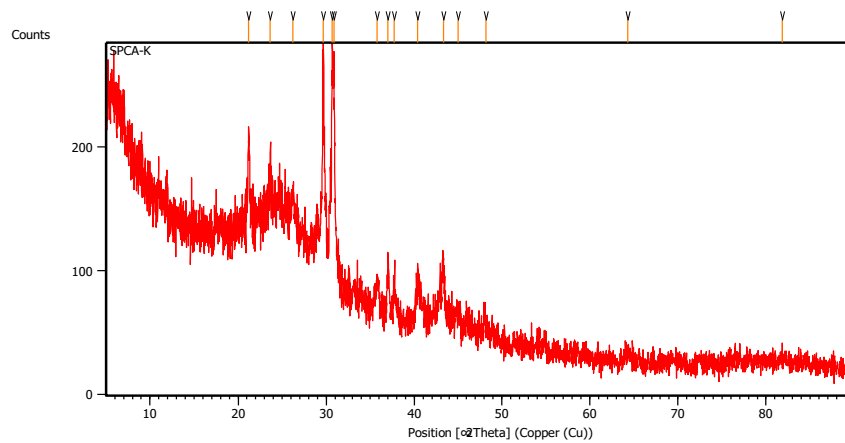
36.8445	33.75	0.4015	2.43954	6.06
37.7021	130.29	0.2342	2.38600	23.39
47.9629	155.52	0.5353	1.89680	27.92
53.8372	111.65	0.1673	1.70288	20.04
54.9133	90.25	0.5353	1.67204	16.20
62.6038	63.36	0.4684	1.48386	11.37
68.6964	23.90	0.6691	1.36638	4.29
70.3325	29.81	0.3346	1.33855	5.35
75.0938	41.37	0.3346	1.26505	7.43
82.7773	24.13	0.9368	1.16603	4.33

Dataset Name: *S-doped porous carbon Activated*



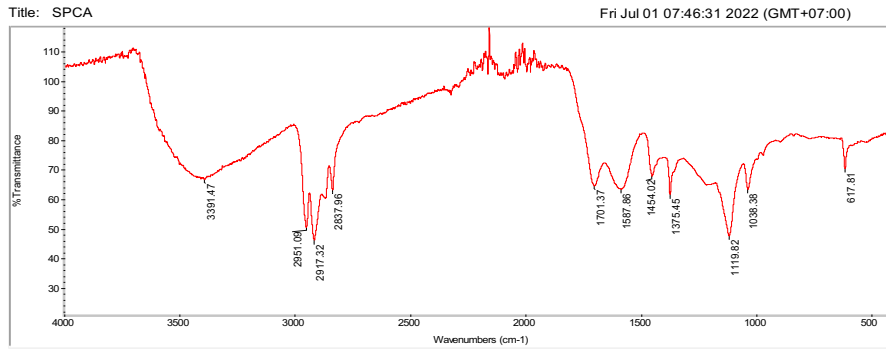
Pos. [$^{\circ}2\text{Th.}$]	Height [cts]	FWHM Left [$^{\circ}2\text{Th.}$]	d-spacing [\AA]	Rel. Int. [%]
13.9089	145.21	0.5353	6.36717	95.00
16.6913	152.85	0.2007	5.31150	100.00
21.1677	109.17	0.2676	4.19730	71.42
21.8504	75.70	0.2676	4.06768	49.52
29.6612	133.54	0.2007	3.01192	87.37
30.6836	135.72	0.1673	2.91385	88.80
35.7276	21.89	0.5353	2.51320	14.32
37.0554	32.79	0.2676	2.42614	21.45
40.4133	25.69	0.5353	2.23197	16.81
43.3121	39.48	0.2676	2.08907	25.83

Dataset Name: *S-doped porous carbon Activated calcination*



Pos. [$^{\circ}2\text{Th.}$]	Height [cts]	FWHM Left [$^{\circ}2\text{Th.}$]	d-spacing [\AA]	Rel. Int. [%]
21.2170	72.65	0.2676	4.18766	42.09
23.6078	46.00	0.4015	3.76872	26.65
26.2003	29.66	0.8029	3.40138	17.19
29.6575	152.01	0.1673	3.01228	88.07
30.6871	172.61	0.1004	2.91353	100.00
30.9014	141.83	0.1338	2.89381	82.17
35.7448	21.97	0.4015	2.51203	12.73
37.0026	31.64	0.2676	2.42948	18.33
37.7418	27.70	0.2007	2.38358	16.05
40.3743	35.70	0.2676	2.23403	20.68
43.3896	42.66	0.2342	2.08552	24.72
45.0256	8.73	0.4015	2.01347	5.06
48.1740	12.70	0.4015	1.88898	7.36
64.2909	5.93	0.8029	1.44894	3.44
81.8725	4.15	0.8029	1.17661	2.40

b) FTIR



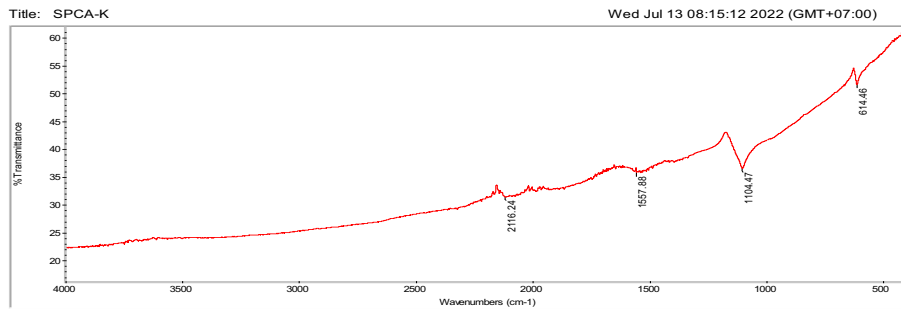
Collection time: Fri Jul 01 07:43:24 2022 (GMT+07:00)
Spectrum: SPCA
Region: 4000.00
Absolute threshold: 81.980
Sensitivity: 50

FIND PEAKS:
Peak list:

Position	Intensity
617.81	70.301
1038.38	63.178
1119.82	47.346
1375.45	61.397
1454.02	67.625
1587.86	63.169
1701.37	64.229
2837.96	62.355
2917.32	45.851
2951.09	50.191
3391.47	66.466

Spectrum: SPCA
Region: 3495.26-455.13
Search type: Correlation
Hit List:

Index	Match	Compound name	Library
565	75.87	Polypropylene, atactic	HR Hummel Polymer and Additives
1061	75.67	Poly(propylene:butene), 2:1	HR Hummel Polymer and Additives
499	75.47	Poly(propylene:ethylene), 83 mol% C3	HR Hummel Polymer and Additives
41	74.72	POLY(PROPYLENE), ATACTIC	Hummel Polymer Sample Library
942	74.34	Polypropylene, isotactic	HR Hummel Polymer and Additives
17937	74.33	Polypropylene, isotactic, average MW ca. 250,000	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
324	73.76	Polypropylene + poly(ethylene:propylene)	HR Hummel Polymer and Additives
737	73.16	Polypropylene	HR Nicolet Sampler Library
71	71.12	Polypropylene-poly(ethylene:propylene)	HR Nicolet Sampler Library
596	71.04	Polypropylene, atactic	HR Nicolet Sampler Library



Collection time: Wed Jul 13 08:13:08 2022 (GMT+07:00)
Spectrum: SPCA-K
Region: 4000.00
Absolute threshold: 52.684
Sensitivity: 50

FIND PEAKS:
Peak list:

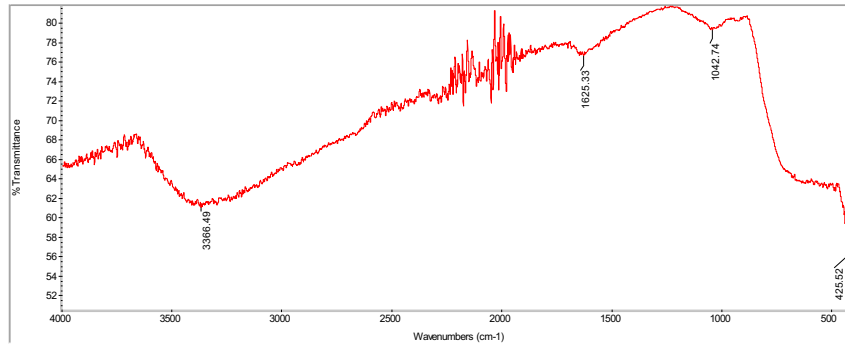
Position	Intensity
614.46	51.569
1104.47	36.445
1557.88	35.605
2116.24	31.295

Spectrum: SPCA-K
Region: 3495.26-455.13
Search type: Correlation
Hit List:

Index	Match	Compound name	Library
96	34.46	POLY(ETHYLENE GLYCOL), AVERAGE M.W. 1.0	Aldrich Condensed Phase Sample Library
82	31.27	PHENOL-D6, 98+ ATOM % D	Aldrich Vapor Phase Sample Library
440	30.39	Ammonium sulfate	HR Nicolet Sampler Library
30.21	28.99	Methyl thiocyanate, 99%	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
1761	28.51	Ammonium sulfate	HR Hummel Polymer and Additives
2361	27.88	2-(Aminomethyl)-18-crown-6, 95%	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
53	27.70	DIODOMETHANE, 99%	Aldrich Vapor Phase Sample Library
17	26.72	PENTAFLUOROPROPIONIC ANHYDRIDE, 99%	Aldrich Condensed Phase Sample Library
8	26.38	METHACRYLIC ACID, BUTYL ESTER	Aldrich Vapor Phase Sample Library
863	26.00	Poly(epichlorohydrin:ethylene oxide)	HR Hummel Polymer and Additives

Title: K0,7 (2)

Fri Jul 01 07:49:17 2022 (GMT+07:00)



Collection time: Fri Jul 01 07:48:28 2022 (GMT+07:00) Spectrum: K0,7 (2)
 Fri Jul 01 07:49:01 2022 (GMT+07:00) Region: 3495.26-455.13
 FIND PEAKS: Search type: Correlation

Index	Match	Compound name	Library
5795	17.99	Methyl thiocyanate, 99%	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
17691	14.34	Triruthenium dodecacarbonyl, 99%	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
113	13.03	OPIMUM POWDER IN KBR	Georgia State Crime Lab Sample Library
17647	13.01	Tetramethylammonium (1-hydroxyethylidene)pentacarbonylchromium	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
17075	12.72	(Triethylsilyl)acetylene, 97%	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
17653	12.27	Cyclopentadienylmanganese tricarbonyl	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
120	11.77	LACTOSE POWDER (HYDROUS) IN KBR	Georgia State Crime Lab Sample Library
181	10.98	PHENFORMIN HCL IN KBR	Georgia State Crime Lab Sample Library
17680	10.59	(1,2-Bis(diphenylphosphino)ethane)tungsten tetracarbonyl, 97%	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
83	10.04	PYRROLE, 98%	Aldrich Condensed Phase Sample Library

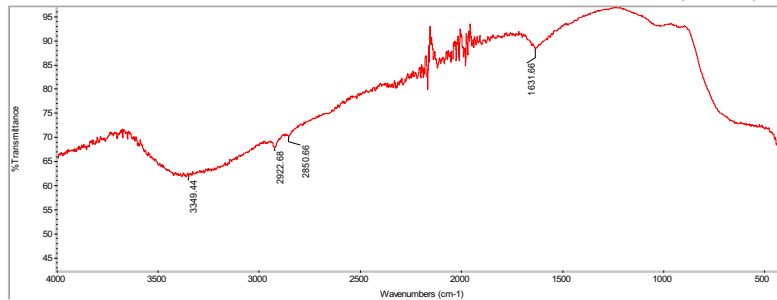
Region: 4000.00 400.00
 Absolute threshold: 64.074
 Sensitivity: 50

Peak list:

Position	Intensity
401.95	57.736
414.25	57.536
425.52	58.607
3366.49	60.982

Title: Komposit 0,3

Thu Jun 16 14:57:17 2022 (GMT+07:00)



Collection time: Thu Jun 16 14:56:42 2022 (GMT+07:00) Spectrum: Komposit 0,3
 Thu Jun 16 14:56:42 2022 (GMT+07:00) Region: 3495.26-455.13
 FIND PEAKS: Search type: Correlation

Index	Match	Compound name	Library
5797	24.66	Methylene dithiocyanate, 99%	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
5795	24.64	Methyl thiocyanate, 99%	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
113	18.66	OPIMUM POWDER IN KBR	Georgia State Crime Lab Sample Library
19	17.99	BUTYRAMIDE	Aldrich Condensed Phase Sample Library
32	17.51	POLY(ETHYLENE-PROPYLENE-DIENE)	Hummel Polymer Sample Library
5761	17.16	1,5-Dioxocyclohexane, 98%	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
1	16.46	TRIACONTANE, 99%	Aldrich Condensed Phase Sample Library
18410	15.99	Cobalt(II) thiocyanate hydrate	HR Aldrich FT-IR Collection Edition II
29	15.57	STREPTOMYCIN SULFATE	Sigma Biological Sample Library
112	15.49	ERYTHROMYCIN STEARATE IN KBR	Georgia State Crime Lab Sample Library

Region: 4000.00 400.00
 Absolute threshold: 67.808
 Sensitivity: 50

Peak list:

Position	Intensity
405.69	65.028
421.06	65.301
2922.68	67.623
3349.44	61.538

Scan_7_14_2022_1:02:41_PM

1 / 1

14-Jul-2022 01:03 PM

Instrument Serial #: 9A5Y318033

Method name: PutriN 14-Jul-2022

Instrument model: GENESYS 150

Method created: 14-Jul-2022 01:02 PM

Software Package Version: 2.6

Signature:

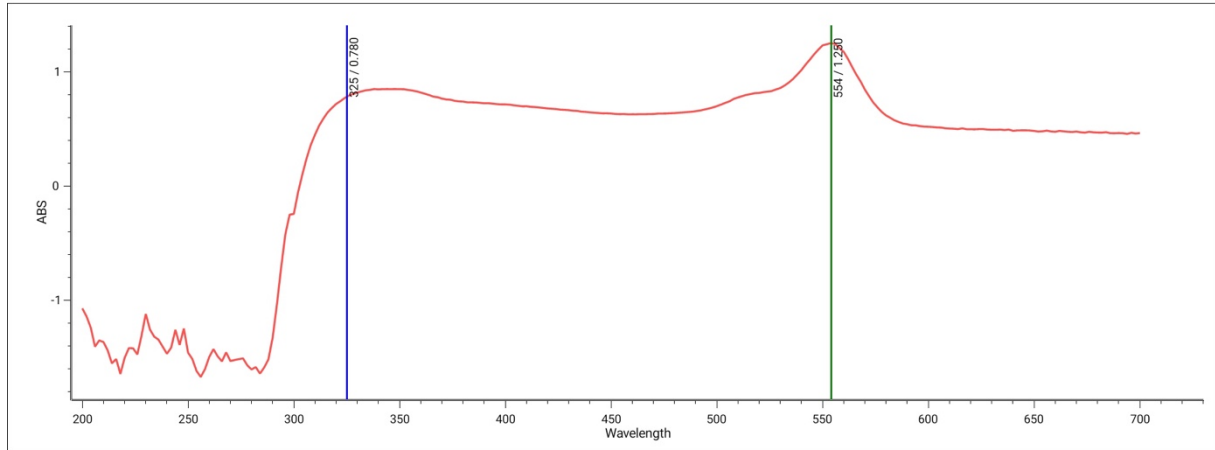
Method updated: 14-Jul-2022 01:02 PM

Scan: method parameters

Range **200 - 700 nm**

Interval **2.0 nm**

Speed **Fast**



Sample	ABS(325)	ABS(554)
Sample 1	0.780	1.250

Scan_7_5_2022_4:55:52_PM

1 / 1

05-Jul-2022 04:56 PM

Instrument Serial #: 9A5Y318033

Method name: PutriN 05-Jul-2022

Instrument model: GENESYS 150

Method created: 05-Jul-2022 04:55 PM

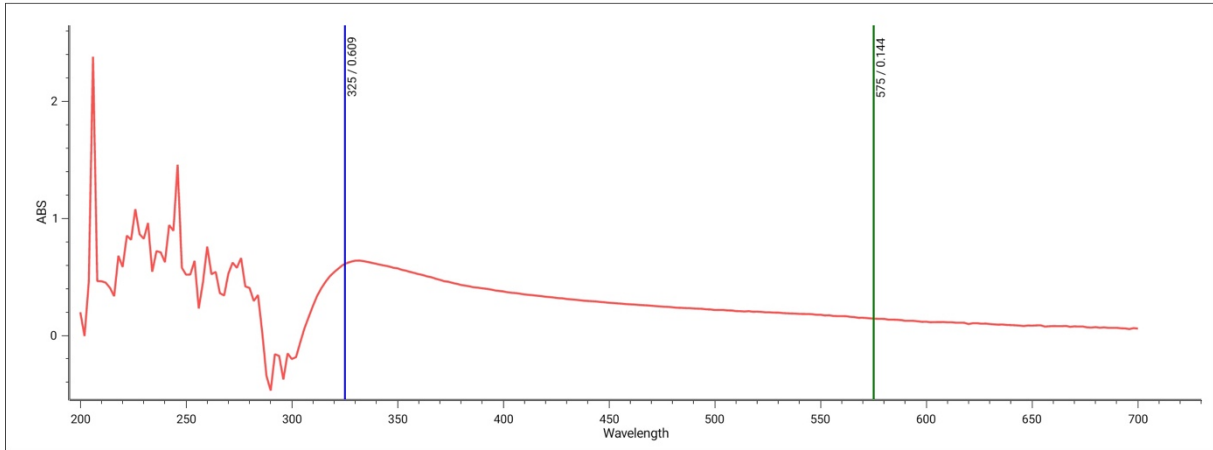
Software Package Version: 2.6

Signature:

Method updated: 05-Jul-2022 04:55 PM

Scan: method parameters

Range **200 - 700 nm**
Interval **2.0 nm**
Speed **Fast**



Sample	ABS(325)	ABS(575)
Sample 1	0.609	0.144

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyadari bahwa tanpa bantuan dan dukungan dari berbagai pihak maka, Laporan Tugas Akhir ini tidak dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih kepada orang-orang yang telah berperan penting dan membantu dalam proses ini. Diantaranya adalah:

1. Kedua orangtua penulis Bapak Faisal Ibrahim Bens, Ibu Nuraida, dan Rezky Nadira serta keluarga besar yang telah memberikan doa, motivasi, dan dukungan kepada penulis selama pengerjaan Tugas Akhir hingga dapat terselesaikan.
2. Bapak dan Ibu dosen pembimbing yaitu Bapak Hanifuddin Nurdiansah S.T., M.T, dan Ibu Diah Susanti, S.T., M.T., Ph.D. yang telah membimbing selama proses pengerjaan sampai Tugas Akhir ini sampai selesai.
3. Siti Adira Tasya dan Neza Ruzanna yang telah menemani penulis menyelesaikan laporan tugas akhir.
4. Husnul Chotimah yang telah membantu dan mendengar keluh kesah penulis selama menyelesaikan tugas akhir.
5. Didik Rahmat Riyadi selaku teman baik penulis yang juga ikut membantu dan mengajari dalam menyelesaikan laporan tugas akhir.
6. Kepada teman teman MT20 yang selalu memberikan semangat dan menemani selama penelitian Tugas Akhir dilakukan.

(Halaman ini sengaja dikosongkan)

BIODATA PENULIS



Penulis bernama lengkap Putri Natasya Urfadila yang lahir di Lhokseumawe pada 17 Agustus 2000 dari pasangan Faisal Ibrahim Bens dan Nuraida. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara. Riwayat pendidikan penulis dimulai dari SD Negeri Arun Lhokseumawe, SMP Negeri Arun Lhokseumawe, SMA Negeri Fajar Harapan Banda Aceh, dan saat ini penulis sedang menempuh pendidikan tahun terakhir di Departemen Teknik Material dan Metalurgi ITS.

Saat masa perkuliahan, penulis aktif di BSO KWU sebagai staff dan kepala departemen produksi. Penulis juga aktif di NACE sebagai deputy head fundraising NACE. Penulis menyelesaikan kerja praktek di PT Perta Arun Gas. Email penulis sebagai berikut putrinatasyau@gmail.com