

## DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	iii
DAFTAR ISI .....	v
DAFTAR GAMBAR .....	viii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR LAMPIRAN .....	xi
ABSTRAK.....	xii
<i>ABSTRACT</i> .....	xiii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
I.1 Latar Belakang.....	1
I.2 Tujuan Penelitian .....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	5
II.1 Baterai Ion Litium .....	5
II.1.1 Katoda.....	6
II.1.2 Anoda.....	6
II.1.3 Separator.....	7
II.1.4 Elektrolit.....	7
II.2 Prinsip Kerja Baterai Ion Litium .....	8
II.3 Limbah Geotermal.....	9
II.4 Natrium Silikat .....	11

II.5 Silika.....	12
II.5.1 Sifat Fisik dan Kimia.....	12
II.5.2 Karakteristik .....	13
II.5.3 Performa Elektrokimia .....	14
II.6 <i>Carbon Quantum Dots</i> .....	15
II.7 Komposit .....	16
II.7.1 Prinsip.....	17
II.7.2 Komposit <i>Silica Based</i> .....	18
II.8 Metode Sol-Gel Hidrotermal.....	19
II.9 Karakterisasi .....	20
II.9.1 <i>Fourier Transform Infrared (FTIR)</i> .....	20
II.9.2 <i>X-Ray Diffraction (XRD)</i> .....	21
II.9.3 <i>Gas Sorption Analyzer (GSA)</i> .....	23
II.10 Konduktivitas Listrik.....	25
BAB III METODE PENELITIAN.....	27
III.1 Variabel Penelitian .....	27
III.2 Alat dan Bahan .....	28
III.2.1 Alat.....	28
III.2.2 Bahan.....	29
III.3 Cara Kerja .....	29

III.3.1 Purifikasi silika dari limbah geothermal .....	29
III.3.2 Ekstraksi Natrium Silikat .....	30
III.3.3 Sintesis <i>Carbon Quantum Dots</i> (CQDs).....	30
III.3.4 Sintesis Komposit SiO <sub>2</sub> /CQDs.....	31
III.3.5 Pembuatan Pelet Elektroda .....	31
III.3.6 Karakterisasi Material .....	32
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>33</b>
IV.1 Produk <i>Carbon Quantum Dots</i> (CQDs).....	33
IV.2 Limbah Geotermal Terpurifikasi .....	35
IV.3 Produk Natrium Silikat.....	37
IV.4 Komposit SiO <sub>2</sub> /CQDs.....	38
IV.5 Karakterisasi Material .....	41
IV.5.1 Kandungan Gugus Fungsi .....	41
IV.5.2 Struktur Kristal .....	47
IV.5.3 Karakterisasi Pori dan Luas Permukaan.....	49
IV.6 Uji Konduktivitas Listrik.....	53
<b>BAB V PENUTUP.....</b>	<b>55</b>
V.1 Kesimpulan .....	55
V.2 Saran .....	55
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>56</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar II.1 Komponen utama baterai ion litium (Chen dkk., 2021) .....	5
Gambar II.2 Diagram prinsip kerja baterai ion litium (Wandt, 2017).....	8
Gambar II.3 Silika limbah geotermal (Wardana dkk., 2020) .....	10
Gambar II.4 Struktur kimia natrium silikat.....	11
Gambar II.5 Struktur kimia silika amorf (Lunt dkk., 2018).....	12
Gambar II.6 Citra TEM (a) Silika geotermal (b) Silika nanopartikel (Jenie dkk., 2020) .....	13
Gambar II.7 Struktur CQDs (Liu dkk., 2020) .....	15
Gambar II.8 Struktur komposit (Basaran dkk., 2012).....	17
Gambar II.9 Aplikasi komposit silica based (Wu dkk., 2022).....	18
Gambar II.10 Skema metode sol-gel hidrotermal (Zhu dkk., 2012).....	19
Gambar II.11 Prinsip kerja FTIR (Suseno dkk., 2008) .....	20
Gambar II.12 Spektrum FTIR (a) SiO <sub>2</sub> (b) CQDs (Jain dkk., 2015) .....	21
Gambar II.13 Skema difraksi X-ray (Pederson, 2019) .....	22
Gambar II.14 Difraktogram (a) silika (Shabir dkk., 2011) (b) CQDs (Diwan dkk., 2024) .....	23
Gambar II.15 Tipe grafik isoterm adsorpsi-desorpsi berdasarkan IUPAC (Kumar dkk., 2019) .....	24
Gambar II.16 Tipe histeresis berdasarkan IUPAC (Serafin dkk., 2023) .....	25
Gambar II.17 Spektrum konduktivitas listrik dan resistivitas (Rahma Yani dkk., 2019) .....	26
Gambar IV.1 Reaksi Pembentukan CQDs menggunakan Metode <i>Microwave</i> (Larsson dkk., 2022; Liu dkk., 2020) .....	34
Gambar IV.2 Hasil sintesis (a) Serbuk CQDs (b) Larutan CQDs tanpa penyinaran (c) Larutan CQDs dengan penyinaran UV .....	34
Gambar IV.3 (a) Silika geotermal sebelum purifikasi (b) Silika terpurifikasi melalui proses <i>leaching</i> .....	36
Gambar IV.4 Hasil produk Natrium Silikat.....	37
Gambar IV.5 Mekanisme reaksi pembentukan natrium silikat dari silika geotermal (Silviana dkk., 2020).....	38
Gambar IV.6 Reaksi pembentukan komposit SiO <sub>2</sub> /CQDs metode sol-gel hidrotermal (Aisyiyah dkk., 2020; Ji dkk., 2020; Kudryavtsev & Figovsky, 2016).....	39

Gambar IV.7 Hasil komposit (a) SCQ-0,5 (b) SCQ-1 (c) SCQ-1,5 (d) SCQ-2 (e) SCQ-3 .....	40
Gambar IV.8 Spektra FTIR komposit (a) SCQ-0,5 (b) SCQ-1 (c) SCQ-1,5 (d) SCQ-2 (e) SCQ-3.....	41
Gambar IV.9 Grafik dekonvolusi spektra bilangan gelombang 900-1300 $\text{cm}^{-1}$ komposit (a) SCQ-0,5 (b) SCQ-1 (c) SCQ-1,5 (d) SCQ-2 (e) SCQ-3 .....	43
Gambar IV.10 Grafik dekonvolusi spektra bilangan gelombang 1500-1750 $\text{cm}^{-1}$ komposit (a) SCQ-0,5 (b) SCQ-1 (c) SCQ-1,5 (d) SCQ-2 (e) SCQ-3 .....	45
Gambar IV.11 Difraktogram komposit SCQ-0,5; SCQ-1; SCQ-1,5; SCQ-2; dan SC-3 .....	47
Gambar IV.12 Grafik isotherm adsorpsi-desorpsi $\text{N}_2$ produk komposit (a) SCQ-0,5 (b) SCQ-1 (c) SCQ-1,5 (d) SCQ-2 (e) SCQ-3.....	50
Gambar IV.13 Distribusi pori produk komposit (a) SCQ-0,5 (b) SCQ-1 (c) SCQ-1,5 (d) SCQ-2 (e) SCQ-3 .....	52
Gambar IV.14 Pola konduktivitas listrik komposit yang dihasilkan dari uji LCR meter dan EIS.....	53

## DAFTAR TABEL

Tabel II.1 Persentase komposisi silika geotermal dari PT Geodipa (Sutresno dkk., 2023).....	10
Tabel IV.1 Hasil uji XRF sampel silika geotermal pada berbagai variasi konsentrasi asam nitrat (Astuti dkk., 2023).....	36
Tabel IV.2 Data bilangan gelombang komposit SCQ-0,5; SCQ-1; SCQ-1,5; SCQ-2 dan SCQ-3 .....	42
Tabel IV.3 Luas area vibrasi Si-O-Si komposit SCQ-0,5; SCQ-1; SCQ-1,5; SCQ-2 dan SCQ-3 .....	44
Tabel IV.4 Luas area vibrasi C=C dan C=O komposit SCQ-0,5; SCQ-1; SCQ-1,5; SCQ-2 dan SCQ-3 .....	46
Tabel IV.5 Data puncak difraksi SiO <sub>2</sub> ; CQDs; SCQ-0,5; SCQ-1; SCQ-1,5; SCQ-2; dan SC-3 .....	48
Tabel IV.6 Hasil analisa luas permukaan, volume pori dan diameter pori komposit SCQ-0,5; SCQ-1; SCQ-1,5; SCQ-2; dan SCQ-3 .....	51
Tabel IV.7 Nilai konduktivitas listrik komposit SCQ-0,5; SCQ-1; SCQ-1,5; SCQ-2; dan SCQ-3 .....	54

## **DAFTAR LAMPIRAN**

Lampiran 1: Alur Penelitian .....	69
Lampiran 2: Skema Kerja Penelitian .....	70
Lampiran 3: Perhitungan Konduktivitas listrik .....	73
Lampiran 4: Dokumentasi kegiatan .....	77