

**PREPARASI ELEKTRODA  $V_2O_5/C$  UNTUK DETEKSI  
METANOL DENGAN ELEKTROLIT  $Na_2SO_4$**

**SKRIPSI**

**Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh  
Gelar Sarjana Bidang Studi Kimia**



**Oleh :**

**DINDA PUTRI SUPRAPTO**

**08031382025090**

**JURUSAN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS SRIWIJAYA**

**2024**

**HALAMAN PENGESAHAN**

**PREPARASI ELEKTRODA  $V_2O_5/C$  UNTUK DETEKSI  
METANOL DENGAN ELEKTROLIT  $Na_2SO_4$**

**SKRIPSI**

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh

Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Oleh :

**DINDA PUTRI SUPRAPTO**

**08031382025090**

Indralaya, 21 Mei 2024

**Menyetujui,  
Pembimbing**



**Dr. Nirwan Syarif, M. Si**

**NIP. 197010011999031003**

Mengetahui

**Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



**Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D**

**NIP. 197111191997021001**

## HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi Dinda Putri Suprpto (08031382025090) dengan Judul "Preparasi Elektroda  $V_2O_5/C$  Untuk Deteksi Metanol Dengan Elektrolit  $Na_2SO_4$ " telah diseminarkan dihadapan Tim Penguji Seminar Hasil Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 20 Mei 2024 dan telah diperbaiki, diperiksa, serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 21 Mei 2024

Ketua:

1. **Dr. Zainal Fanani, M.Si.**

NIP.196708211995121001

(  )

Sekretaris:

2. **Dr. Nurlisa Hidayati, M.Si.**

NIP. 197211092000032001

(  )

Pembimbing

1. **Dr. Nirwan Syarif, M.Si.**

NIP. 197010011999031003

(  )

Penguji

1. **Fahma Riyanti, M.Si.**

NIP. 197204082000032001

(  )

2. **Dra. Fatma, MS.**

NIP. 196207131991022001

(  )

Mengetahui,

Dekan FMIPA



**Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D**

NIP. 197111191997021001

Ketua Jurusan Kimia



**Prof. Dr. Muharni, M. Si.**

NIP. 196903041994122001

## PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Dinda Putri Suprpto  
NIM : 08031382025090  
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia

Menyatakan bahwa skripsi ini adalah hasil karya saya sendiri dan karya ilmiah ini belum pernah diajukan sebagai pemenuhan persyaratan untuk memperoleh gelar kesarjanaan strata (S1) dari Universitas Sriwijaya maupun perguruan tinggi lain.

Semua informasi yang dimuat dalam skripsi ini berasal dari penulis lain baik yang dipublikasikan atau tidak telah diberikan penghargaan dengan mengutip nama sumber penulis secara benar. Semua isi dari skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab saya sebagai penulis.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya,

Indralaya, 21 Mei 2024

Yang menyatakan,



Dinda Putri Suprpto  
NIM.08031382025090

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI ILMIAH UNTUK  
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertandatangan dibawah ini:

Nama : Dinda Putri Suprpto  
NIM : 08031382025090  
Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam/Kimia  
Jenis Karya : Skripsi

Dengan pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya “hak bebas royalti non-eksklusif (*non-exclusively royalty-free right*)” atas karya ilmiah saya yang berjudul “Preparasi Elektroda  $V_2O_5/C$  Untuk Deteksi Metanol Dengan Elektrolit  $Na_2SO_4$ ” dengan hak bebas royalti non-eksklusif ini Universitas Sriwijaya berhak menyimpan, mengalih, edit/memformatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir atau skripsi saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis dan pemilik hak cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 21 Mei 2024

Yang menyatakan,



Dinda Putri Suprpto

NIM.08031382025090

## HALAMAN PERSEMBAHAN DAN MOTTO

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

**(Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang)**

“Sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari sesuatu urusan), kerjakan dengan sungguh-sungguh (urusan) yang lain dan hanya kepada Tuhanmulah hendaknya kamu berharap”

(Al-insyirah ayat 6-8).

**Skripsi ini saya persembahkan kepada kedua orang tua, saudara, keluarga, dosen, sahabat, almamater, dan orang-orang disekeliling saya yang selalu memberikan doa dan dukungan.**

**Motto:**

**Jangan bandingkan prosesmu dengan orang lain, setiap orang memiliki proses yang berbeda-beda dan perbesar rasa Syukur.**

## KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT karena berkat, rahmat, dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penyusunan skripsi yang berjudul “Preparasi Elektroda  $V_2O_5/C$  Untuk Deteksi Metanol Dengan Elektrolit  $Na_2SO_4$ ”. Skripsi ini disusun sebagai upaya penulis dalam memenuhi salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Jurusan Kimia, Universitas Sriwijaya.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini, penulis menyampaikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada dosen pembimbing **Dr. Nirwan Syarif, M. Si.** yang telah banyak memberikan bimbingan, motivasi, saran dan nasihat kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi. Penulis juga menyampaikan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Hermansyah, S.Si., M.Si., Ph.D. selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
2. Ibu Prof. Muharni, M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
4. Ibu Fahma Riyanti, M.Si. selaku pembahas dan penguji sidang sarjana penulis.
5. Ibu Dra. Fatma, MS. Juga selaku pembahas dan penguji sidang sarjana penulis.
6. Seluruh Dosen Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, membimbing serta mendidik selama masa perkuliahan hingga lulus.
7. Yuk Nur, Yuk Niar dan Yuk Yanti selaku Analis Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
8. Kak Chosiin dan Mbak Novi selaku Admin Jurusan Kimia Universitas Sriwijaya yang telah membantu dalam proses administrasi penulis hingga lulus.

9. Kedua orang tua saya yang tercinta (Bapak Suprpto dan Ibu Susi Herti) yang telah memberikan kasih sayang yang tiada henti, dukungan yang tiada henti selalu sabar menanti kelulusan anak bungsunya, yang telah memberikan nasihat, perhatian dan dukungan material sehingga dapat menyelesaikan studi ini sampai dengan selesai. Terimakasih atas kepercayaan dan perjuangan yang telah diberikn kepada penulis, semoga kalian bisa selalu menemani di setiap perjalanan dan pencapaian hidup penulis.
10. Keluarga tersayang, Kak devis, yuk Cindy, yuk Debi, kak dodi, dan keponakan tersayang Glen, Azka yang senantiasa selalu memberikan dukungan, perhatian, nasihat kepada penulis, serta terimakasih kepada saudariku Debi Putri Suprpto selalu mengajak penulis *refreshing* diakhir pekan, mengajarkan suatu hal yang baru, serta selalu memberikan apapun yang diinginkan oleh penulis.
11. Untuk Rizki Gustaman, terimakasih selalu mendengarkan keluh kesah penulis, memberikan dukungan, nasihat, serta selalu ada bagi penulis semangat untuk mengejar gelarnya.
12. Sahabat lamaku Putri Rezeki muaraifah yang selalu siap mengantarku kemanapun dan kapapun, selalu menemani disetiap proses dari awal sampai sekarang selalu memberikan nasihat, terimakasih semoga kita berteman sampai nanti.
13. Sahabat Majo Pajoku, Venny, Ajeng, Aisyah yang baru kukenal diusia 20<sup>th</sup> yang selalu ada menemaniku selalu memberikan motivasi dukungan dalam keadaan apapun selalu menghabiskan waktu bersama, semoga kita berteman sampai nanti.
14. Sahabatku Gina Nurhasana yang penulis kenal semenjak menjadi mahasiswa, terimakasih telah menemani penulis dan selalu siap sedia mengantar penulis kemanapun selalu memberikan motivasi dan semangat.
15. Sahabatku Nurul, salsyabila caca terimakasih tlah menemani penulis dari SMP sampai sekarang yang selalu memberikan dukungan, doa, selalu



menguatkan Pundak penulis Ketika sedang terpuruk dan selalu ada untuk penulis.

16. Sahabatku Since SMP Tian nabila, Alya dona, Mezzy, Chalisa, Anzela, Natasya Caca terimakasih selalu menghibur penulis dan memberikan dukungan tiada henti sampai akhir dan teruntuk tian nabila terimakasih telah mendengarkan keluh kesah penulis tiada henti.
17. Sepupu tercantikku Anisa Balqis terimakasih telah mendengarkan keluh kesah penulis dalam setiap lika-liku kehidupan, selalu menjadi garda terdepan penulis, semangat menyelesaikan apa yang telah dimulai.
18. Sahabat seperjuangan syabunn, Riska Febrianti, May Wendi Jesika, Fita aulia terimakasih telah mengisi hari-hari perkuliahan penulis menjadi lebih berwarna.
19. Sahabatku Lamria/liak, Syakira/kira, dan Chindy terimakasih tlah menemani penulis dari maba hingga sekarang, terimakasih tlah menjadi tempat berkeluh kesah penulis, selalu ada untuk penulis, selalu memberikan motivasi semangat tiada henti, selalu menjadi orang yang selalu memikirkan satu sama lain dan teruntuk cindy terimakasih telah hadir dikehidupan penulis meski pertemuan singkat terimakasih telah mewarnai kehidupan penulis.
20. Sahabat lamaku, khoiro farinda dan Sentia septiani, terimakasih selalu memberikan dukungan dan nasehat kepada penulis teruntuk khoiro terimakasih selalu ada since SMP hingga saat ini, selalu memberikan motivasi agar penulis tidak menyerah menyelesaikan apa yang telah dilakukan, selalu fast respon disemua keadaan, selalu memberikan kejutan yang tidak terduga.
21. Sahabatku Intan taqquu terimakasih telah membantu dalam berbagai hal untuk penulis, Annisa, Meyossa terimakasih telah menemani penulis selama 10<sup>th</sup>.
22. Teman seperjuangan kimia 2020, terimakasih atas kenangan yang telah dilewati.

23. Semua pihak yang telah memberikan bantuan penulis baik secara langsung maupun tidak langsung yang tidak dapat disebutkan satu persatu sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi ini dengan baik.

Semogga

Indralaya, 21 Mei 2024

A handwritten signature in black ink, consisting of a vertical line on the left, a horizontal line crossing it, and a stylized 'P' on the right.

Penulis

## SUMMARY

### PREPARATION OF V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/C ELECTRODA FOR METHANOL DETECTION WITH ELECTROLITE Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>

Dinda Putri Suprpto: Survised by Dr. Nirwan Syarif, M. Si.

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya  
University

xvi + 45 pages, 2 tables, 11 picture, 8 attachments.

Research Research on the preparation of V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/C electrodes for methanol detection with Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> electrolyte which aims to preparation of V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/C electrode as a sensor for methanol detection. Methanol detection using electrochemical analysis method. The V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/C electrode was made using spraying method on the surface of aluminum plate. Testing the electrochemical properties of V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/C electrode was conducted using cyclic voltammetry method and application of V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/C electrode for methanol oxidation using linear sweep voltammetry (LSV) method. The measurement test results of the V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/C electrode with Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> electrolyte using the cyclic voltammetry method produced an anodic peak of 0.6974 V and a cathodic peak of 0.5436 V. The application test of V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/C electrode for methanol oxidation with Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> electrolyte was conducted using LSV method which used methanol concentration of 1%; 2%; 3%; 4%; 5%; 6%; 7%; 8%; 9%; and 10%. The V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/C electrode was characterized using SEM and XRD. The results of the characterization of V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/C electrodes using SEM show that the surface on the electrode with a magnification of 5000X repetition has pores with a size of 50 μm. Data from the characterization of V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/C electrodes using XRD showed diffractogram peaks indicating the presence of crystals, namely at peaks of 38.6°; 44.8°; 65.2°; and 78.3°.

**Keywords** : V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/C electrode, electrochemistry, methanol.

**Citation** : 79 (2010-2023)

## RINGKASAN

### PREPARASI ELEKTRODA $V_2O_5/C$ UNTUK DETEKSI METANOL DENGAN ELEKTROLIT $Na_2SO_4$

Dinda Putri Suprpto : Dibimbing oleh Dr. Nirwan Syarif, M. Si.

Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya

xvi + 45 halaman, 2 tabel, 11 gambar, 8 lampiran.

Penelitian mengenai preparasi elektroda  $V_2O_5/C$  untuk deteksi metanol dengan elektrolit  $Na_2SO_4$  yang bertujuan untuk preparasi elektroda  $V_2O_5/C$  sebagai sensor untuk deteksi metanol. Deteksi metanol menggunakan metode analisis elektrokimia. Elektroda  $V_2O_5/C$  dibuat dengan menggunakan metode *spraying* pada permukaan plat alumunium. Pengujian sifat elektrokimia elektroda  $V_2O_5/C$  dilakukan dengan menggunakan metode *cyclic voltammetry* dan pengaplikasian elektroda  $V_2O_5/C$  untuk oksidasi metanol dengan metode *linear sweep voltammetry* (LSV). Hasil uji pengukuran elektroda  $V_2O_5/C$  dengan elektrolit  $Na_2SO_4$  menggunakan metode *cyclic voltammetry* menghasilkan puncak anodik sebesar 0,6974 V dan puncak katodik sebesar 0,5436 V. Uji pengaplikasian elektroda  $V_2O_5/C$  untuk oksidasi metanol dengan elektrolit  $Na_2SO_4$  dilakukan menggunakan metode LSV dimana menggunakan konsentrasi metanol sebesar 1%; 2%; 3%; 4%; 5%; 6%; 7%; 8%; 9%; dan 10%. Elektroda  $V_2O_5/C$  dilakukan karakterisasi menggunakan SEM dan XRD. Hasil karakterisasi elektroda  $V_2O_5/C$  dengan menggunakan SEM menunjukkan bahwa permukaan pada elektroda dengan perbesaran 5000X memiliki pori-pori dengan ukuran 50  $\mu m$ . Data hasil karakterisasi elektroda  $V_2O_5/C$  dengan menggunakan XRD menunjukkan puncak-puncak difaktogram yang menunjukkan keberadaan kristal, yaitu pada puncak  $38,6^\circ$ ;  $44,8^\circ$ ;  $65,2^\circ$ ; dan  $78,3^\circ$ .

**Kata kunci** : Elektroda  $V_2O_5/C$ , Elektrokimia, Metanol.

Sitasi : 79 (2010-2023)

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN.....</b>	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PERSETUJUAN .....</b>	<b>iii</b>
<b>SUMMARY .....</b>	<b>xi</b>
<b>RINGKASAN .....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>5</b>
2.1 Sensor Kimia .....	5
2.2 Vanadium Pentaoksida ( $V_2O_5$ ).....	5
2.3 Metanol.....	6
2.4 Polianilin.....	6
2.5 Elektroda.....	8
2.6 Elektrolit.....	9
2.7 Karbon Vulcan XC-72R .....	10
2.8 X-Ray Diffraction (X-RD).....	11
2.9 <i>Scanning Electron Microscopy</i> (SEM).....	12
2.10 Pengukuran Elektroda.....	13
2.10.1 <i>Cyclic Voltammetry</i> (CV) .....	13
2.10.2 <i>Linear Sweep Voltammetry</i> (LSV) .....	15
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>16</b>
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian .....	16
3.2 Alat dan Bahan .....	16

3.2.1	Alat .....	16
3.2.2	Bahan.....	16
3.3	Prosedur Penelitian .....	17
3.3.1	Tahap Persiapan .....	17
3.3.1.1	Pembuatan PANi .....	17
3.3.1.2	Preparasi Elektroda V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /C Dengan Menggunakan PANi Pada Permukaan Alumunium Dengan Metode <i>Spraying</i> .....	17
3.3.2	Pengujian Sifat Elektrokimia Elektroda Menggunakan Metode Cyclic Voltammetry (CV) Dan Linear Sweep Voltametry.....	17
3.3.3	Karakterisasi Elektroda .....	18
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>		<b>19</b>
4.1	Karakterisasi Elektroda dengan Metode <i>Cyclic Voltammetry (CV)</i> .....	19
4.2	Pengaplikasian Elektroda V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /C Untuk Oksidasi Metanol Dengan Metode Linear Sweep Voltammetry .....	20
4.3	Karakterisasi dengan Menggunakan SEM .....	22
4.4	Karakterisasi Elektroda dengan Menggunakan XRD.....	23
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>		<b>25</b>
5.1	Kesimpulan.....	25
5.2	Saran .....	25
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>26</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>		<b>33</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Molekul PANi (Ucankus et al., 2018).....	7
Gambar 2. Ilustrasi Skematik Sistem Elektrodeposisi yang digunakan pada penelitian (Firat and Peksoz, 2017).....	8
Gambar 3. Karbon Vulcan XC-72R.....	10
Gambar 4. Skema untuk mengidentifikasi sistem kristal (Ali et al., 2022). .....	11
Gambar 5. Ilustrasi difraksi sinar-X (Rani, 2022).....	12
Gambar 6. Skema SEM (Masta, 2020). .....	13
Gambar 7. Diagram sel voltametri, W: elektroda kerja; R: elektroda pembanding; A: elektroda pembantu (Mulyani et al., 2012). .....	14
Gambar 8. Voltamogram Elektroda $V_2O_5/C$ .....	19
Gambar 9. Voltamogram Elektroda $V_2O_5/C$ menggunakan elektrolit $Na_2SO_4$ dengan variasi konsentrasi metanol.....	20
Gambar 10 Grafik Puncak Katodik.....	21
Gambar 11. Morofologi SEM $V_2O_5/C$ .....	22
Gambar 12. Hasil XRD $V_2O_5/C$ .....	23

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Skema Kerja .....	34
Lampiran 2. Hasil Pengukuran <i>Linear Sweep Voltammetry</i> .....	36
Lampiran 3. Hasil Karakterisasi Elektroda V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /C menggunakan SEM pada Perbesaran 5000 X .....	39
Lampiran 4. Hasil karakterisasi V <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /C menggunakan XRD .....	41
Lampiran 5. Perhitungan .....	43
Lampiran 6. Gambar Penelitian .....	44



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan penggunaan sistem elektrokimia saat ini semakin meningkat (Yao *et al.*, 2020). Sel elektrokimia memiliki peranan yang penting dalam kimia fisika serta pada kehidupan sehari-hari. Sel elektrokimia adalah perangkat yang mampu menghasilkan energi listrik melalui reaksi kimia (dalam kasus sel galvanik atau volta) atau menggunakan energi listrik untuk mendorong reaksi kimia non-spontan (dalam kasus sel elektrolitik). Elektrokimia dapat menghubungkan aliran elektron dengan perubahan kimia. Perubahan kimia yang dihasilkan dapat berupa oksidasi dan reduksi serta kompleks logam (Elgrishi *et al.*, 2018). Salah satu metode analisis dalam elektrokimia adalah metode sensor (Sadeghi, 2012).

Sensor merupakan besaran fisika dilingkungan yang dapat dikonversi menjadi energi listrik, dimana menjadi perangkat penting yang memiliki kemampuan untuk dapat mendeteksi besaran fisika di lingkungan dan mengkonversinya menjadi energi listrik yang dapat dibaca serta terdeteksi pada sistem komputer (Akbari *et al.*, 2016). Sistem Sensor kimia mengubah sinyal kimia menjadi bentuk sinyal yang dapat diukur atau dideteksi menurut mode transduksi sinyal kimia dapat dibagi menjadi beberapa kategori salah satunya amperometrik. Sistem sensor amperometrik melakukan pengukuran dengan memantau arus listrik yang yang proses sensor kimia mekonversi hasil dari reaksi reduksi dan oksidasi dalam suatu reaksi kimia (Hussain *et al.*, 2014). Saat ini sensor yang paling umum digunakan dapat dibagi menjadi sensor suhu, sensor aliran, sensor kelembaban dan sensor konsentrasi metanol.

Berdasarkan mekanisme sensor yang digunakan untuk mendeteksi metanol termasuk ke dalam kategori sebagai sensor fisika dan elektrokimia (Qiu *et al.*, 2020). Saat ini terdapat berbagai macam jenis metode analisis untuk dapat mendeteksi metanol diantaranya, spektrofotometri, kromatografi, elektrokimia, dan kolorimetri. Dalam penelitian ini sensor elektrokimia digunakan untuk deteksi metanol.

Metanol adalah salah satu komponen utama yang sangat penting dalam industri kimia, dengan tingkat penggunaan yang tinggi, dan dapat berfungsi sebagai bahan dasar untuk menghasilkan berbagai senyawa kimia (Sadeghi, 2012). Umumnya digunakan pada proses pembuatan produk-produk industri, laboratorium, dan produk rumah tangga. Metanol, yang juga dikenal sebagai metil alkohol, yang memiliki wujud cairan, tidak berwarna, mudah menguap, dan larut dengan mudah dalam air (Ahumada *et al.*, 2018). Umumnya, untuk dapat mendeteksi metanol terdapat beberapa faktor yang mendukung keberhasilan yang berupa elektroda  $V_2O_5$  dan elektroda grafit sebagai elektroda cacah serta elektrolit.

Salah satu bahan yang dapat digunakan untuk deteksi metanol berupa  $V_2O_5$ . Vanadium merupakan elemen multivalen dengan mempunyai tingkat oksidasi  $V^{2+}$ ,  $V^{3+}$ , dan  $V^{5+}$  oleh karena ini vanadium mempunyai beberapa fasa seperti vanadium monoksida (VO), vanadium seskuioksida ( $V_2O_3$ ), vanadium dioksida ( $VO_2$ ), dan vanadium pentaoksida ( $V_2O_5$ ) (Wang *et al.*, 2021).  $V_2O_5$  dalam penelitian ini digunakan sebagai elektroda kerja, penggunaan vanadium pentaoksida sebagai elektroda karena aktivitas redoks elektrokimia yang dimiliki vanadium pentaoksida memiliki aktivitas redoks yang signifikan yang menandakan senyawa vanadium pentaoksida dapat mengalami reaksi oksidasi-reduksi secara cepat dan efisien (Adepu *et al.*, 2019). Vanadium pentaoksida senyawa yang memiliki berbagai karakteristik unik sehingga memiliki kegunaan dalam berbagai aplikasi seperti, katalis, akumulator, sensor, baterai, fotokatalis, dan sebagai bahan elektroda. Menurut (Raj *et al.*, 2010) Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa  $V_2O_5$  dapat digunakan sebagai elektroda untuk deteksi metanol dan elektroda  $V_2O_5$  dapat digunakan sebagai sensor. Elektroda cacah berupa grafit, digunakan dalam penelitian ini bersamaan dengan elektroda  $V_2O_5$  untuk deteksi metanol. Grafit merupakan karbon yang dapat menghantarkan arus listrik dan panas dengan baik (Hanifah & Dwandaru, 2021). Adapun keuntungan menggunakan elektroda grafit diantaranya memiliki biaya yang relative murah dibandingkan dengan elektroda cacah yang lainnya, hal ini karena pemurnian grafit untuk elektroda lebih sederhana dibandingkan dengan pemurnian logam untuk dijadikan elektroda (Hermawan & Syafila, 2017).

Elektrolit merupakan senyawa yang dapat menghantarkan Listrik (Liao *et al.*, 2012). Penambahan larutan elektrolit dapat menurunkan energi yang dibutuhkan, hal ini dikarenakan larutan elektrolit akan terurai menjadi ion positif (anion) dan ion negative (kation) sehingga laju reaksi pemecahan molekul pemecahana air menjadi cepat (Oktavia *et al.*, 2018). Elektrolit umumnya berbentuk asam, basa atau garam (Bengi *et al.*, 2018). Natrium sulfat ( $\text{Na}_2\text{SO}_4$ ) dapat digunakan sebagai elektrolit. Penggunaan natrium sulfat sebagai larutan elektrolit karena biaya diperlukan relatif lebih murah, bersifat inert yang tidak berinteraksi secara signifikan dengan bahan-bahan yang lainnya dan dalam proses pelapisan elektrolitik netral yang tahan karat (Touvinen *et al.*, 2021).

Pada penelitian kali ini dilakukan preparasi elektroda  $\text{V}_2\text{O}_5/\text{C}$  untuk mendeteksi metanol dengan menggunakan elektrolit  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  yang menggunakan metode elektrokimia. Hal ini dikarenakan metode elektrokimia salah satu metode yang memiliki biaya lebih murah dan memiliki selektivitas yang baik. Selain itu juga memiliki sensitivitas (Qiu *et al.*, 2020). Alat ukur yang dipergunakan untuk mengetahui sifat elektrokimia dan kinerja elektroda  $\text{V}_2\text{O}_5/\text{C}$ , dengan menggunakan pengukuran *cyclic voltammetry* atau CV yang menghasilkan siklus data voltametri, memberikan informasi potensial redoks dan laju reaksi elektrokimia (Elgrishi *et al.*, 2018). Selain itu, pengukuran dengan metode *linear sweep voltammetry* dilakukan untuk pengaplikasian elektroda dengan tujuan mencapai linearitas dalam pengukuran yang dilakukan (Nirwan, 2022). Proses karakterisasi elektroda  $\text{V}_2\text{O}_5/\text{C}$  juga mencakup penggunaan SEM untuk memahami morfologi permukaan dan XRD dilakukan untuk mengidentifikasi material kristal.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana hasil pengukuran kinerja elektroda  $\text{V}_2\text{O}_5/\text{C}$  menggunakan *Cyclic Voltammetry* (CV) dan penerapan *linear sweep voltammetry* untuk oksidasi metanol?
2. Bagaimana hasil karakterisasi elektroda  $\text{V}_2\text{O}_5/\text{C}$  menggunakan SEM dan XRD?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini :

1. Preparasi elektroda  $V_2O_5/C$  pendeteksian metanol sebagai sensor.
2. Menganalisis karakterisasi elektroda  $V_2O_5/C$  dengan menggunakan CV, LSV, SEM, dan *X-ray diffraction*.
3. Melakukan pengaplikasian elektroda pada sistem metanol.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang pengembangan sensor kimia untuk pendeteksi metanol dengan menggunakan elektroda  $V_2O_5/C$  dan elektrolit  $Na_2SO_4$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- Adepu, A.K. *et al.* (2019) 'Synthesis of a high-surface area V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/TiO<sub>2</sub>-SiO<sub>2</sub> catalyst and its application in the visible light photocatalytic degradation of methylene blue', *RSC Advances*, 9(42), pp. 24368–24376. Available at: <https://doi.org/10.1039/c9ra03866c>.
- Adhika, D. R., Anindya, A. L., Tanuwijaya, V. V., & Rachmawati, H. (2019). *Teknik Pengamatan Sampel Biologi Dan Non-Konduktif Menggunakan Scanning Electron Microscopy*. 53–58. <https://doi.org/10.5614/sniko.2018.9>.
- Ahumada, L.A.C. *et al.* (2018) 'Useful Piezoelectric Sensor to Detect False Liquor in Samples with Different Degrees of Adulteration', *Journal of Sensors*, 2018. Available at: <https://doi.org/10.1155/2018/6924094>.
- Akbari, E. *et al.* (2016) 'Sensor application in Direct Methanol Fuel Cells (DMFCs). *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 60, pp. 1125–1139. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.02.001>.
- Aliwarga, dkk. (2018). Pengambilan Kembali Vanadium Pentaoksida dari Katalis Vanadium Bekas. *Jurnal Teknik*, 17(2), 76-83.
- Ali, A., Chiang, Y.W. and Santos, R.M. (2022) 'X-Ray Diffraction Techniques for Mineral Characterization: A Review for Engineers of the Fundamentals, Applications, and Research Directions', *Minerals*, 12(2). Available at: <https://doi.org/10.3390/min12020205>.
- Alimah, D. (2021). 'Karakterisasi Mikrostruktur Porositas Arang Aktif Tempurung Biji Jambu Mete (*anacardium occidentale L.*)', *Jurnal Galam*, 2(1), pp 17-28.
- Aviva Lydia Da Vega, R. And Primary Putri, N. (2020) 'Sebuah Review: Polianilin (PANi) Sebagai Bahan Aktif Pendeteksi Asam', *Inovasi Fisika Indonesia*, 9(2), pp. 105–118. Available at: <https://doi.org/10.26740/ifi.v9n2.p105-118>.
- Bagherzadeh, R., Gorji, M., Sorayani Bafgi, M. S., & Saveh-Shemshaki, N. (2017). Electrospun conductive nanofibers for electronics. In *Electrospun Nanofibers*. Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100907-9.00018-0>
- Bakary, *et al.* (2010). Ranitidine as an alcohol dehydrogenase inhibitor in acute methanol toxicity in rats. *Human and Experimental Toxicology (HET)*, 29(2), 93-101.
- Baranwal, J. *et al.* (2022) 'Electrochemical Sensors and Their Applications: A Review', *Chemosensors*, 10(9). Available at: <https://doi.org/10.3390/chemosensors10090363>.

- Bengi, F.M. *et al.* (2018) 'Perbandingan Arus dan Tegangan Larutan Elektrolit berbagai Jenis Garam', *Jurnal Pendidikan Fisika dan Sains*, 1(1), pp. 32–36. Available at: <https://ejurnalunsam.id/index.php/JPFS>.
- Beygisangchin, M. *et al.* (2021) 'Preparations, properties, and applications of polyaniline and polyaniline thin films—a review', *Polymers*, 13(12). Available at: <https://doi.org/10.3390/polym13122003>.
- Bontempelli, G., Dossi, N. and Toniolo, R. (2016) *Linear Sweep and Cyclic* ☆, *Reference Module in Chemistry, Molecular Sciences and Chemical Engineering*. Elsevier Inc. Available at: <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-409547-2.12200-0>.
- Chan, Y.-L., Pung, S.-Y. and Sreekantan, S. (2014) 'Synthesis of V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> Nanoflakes on PET Fiber as Visible-Light-Driven Photocatalysts for Degradation of RhB Dye', *Journal of Catalysts*, 2014, pp. 1–7. Available at: <https://doi.org/10.1155/2014/370696>.
- Charurvedi & Dave, P. 2012. *Microscopy in Nanotechnology*, Formatex.
- Chen, F., Zhang, P., Zeng, Y., Kosol, R., Xiao, L., Feng, X., LI, J., Liu, G., Wu, J., Yang, G., Yoneyama, Y., and Tsubaki, N. 2020. Vapor-phase Low-temperature Metanol Synthesis From CO<sub>2</sub>-containing syngas Via Self-catalysis of Metanol and Zu/ZnO Catalysts Prepared by Solid-state Method. *Applied Catalysis B: Environmental*, 279 (June), 119382. <https://doi.org/10.1016/j.apctab.2020.119382>.
- C. Liao, C., Huang. and Wu, J., C., S. (2012). 'Hydrogen Production from Semiconductor-based Photocatalysis via Water Splitting', *Jurnal Catalysts*, 2, pp. 490-516.
- Darwin. 2020. *Bioenergi dan Biofuel Teori dan Terapan*. Syiah Kuala University Press, Banda Aceh, Indonesia.
- Edwin., & Kristiadjie, H. (2016). Alat Pemantau Pengendali dan Penyampaian Informasi Status Operasi Mesin Secara Otomatis. *Jurnal TESLA*, 18(2), 152-165.
- Elgrishi, N. *et al.* (2018). A Practical Beginner's Guide to Cyclic Voltammetry. *Journal of Chemical Education*, 95(2): 197–206. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.7b00361>.
- Fariyah, S. and Rejeki, S. (2015). 'Seacell (Sea Water Electrochemical Cell) Pemanfaatan Elektrolit Air Laut Menjadi Cadangan Sumber Energi Listrik Terbaru Sebagai Penerangan Pada Sampan', *Jurnal Sain dan Teknologi*, 10(1), pp. 44-58.
- Fitriani, L. 2012. "Studi Reaksi Reduksi CO<sub>2</sub> Dengan Metode Elektrokimia Menggunakan Elektroda Cu." Universitas Indonesia.

- Firat, Y.E. and Peksoz, A. (2017) 'Electrochemical synthesis of polyaniline/inorganic salt binary nanofiber thin films for electrochromic applications', *Journal of Materials Science: Materials in Electronics*, 28(4), pp. 3515–3522. Available at: <https://doi.org/10.1007/s10854-016-5951-x>.
- Gunawan, I. *et al.* (2019) 'The Development of Physics Props Made from Second-Hand Materials Materials as a form of Care for the Environment', *Journal of Physics: Conference Series*, 1155(1). Available at: <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1155/1/012016>.
- Hakim, L., Dirgantara, M. dan Nawir, M. (2019). Karakterisasi Struktur Material pasir bongkahan galian golongan c dengan menggunakan X-Ray Difractin (X-RD) di kota palangkaraya. *Jurnal Jejaring Matematika dan Sains*. 1(1): 44-50.
- Handayani, N.A. *et al.* (2020) 'Cyclic Voltammetry and Oxidation Rate Studies of Ferrous Gluconate Complex Solutions for Preparation of Chitosan-Tripolyphosphate Microparticles', *Journal of Chemistry*, 2020(i). Available at: <https://doi.org/10.1155/2020/3417204>.
- Hanifah, I., I. and Dwandaru, W., S., B. (2021). 'Sintesis Dan Karakterisasi Graphene Oxide Berbahan Dasar Grafit Oalhan Menggunakan Metode Audiosonikasi', *Jurnal Ilmu Fisika dan Terapan*, 8(01), pp. 17-19.
- Hermawan, R., & Syafila, M. (2017). 'Pengaruh Plat Grafit Dan Tembaga Terhadap Kinerja Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Batik Yang Mengandung Logam ZN Menggunakan Metode Elektrolisis', *Jurnal Teknik Lingkungan*, 23(01), pp. 13-21.
- Hidayat, S. and Wahyu Alamsyah, Iman Rahayu, C.L.M.K. (2016) 'Sintesis Polianilin Dan Karakteristik Kinerjanya Sebagai Anoda Pada Sistem Baterai Asam Sulfat', *Jurnal Material dan Energi Indonesia*, 6(01), p. 20. Available at: <https://doi.org/10.24198/jmei.v6i01.9415>.
- Hussain, C. M., & Kecili, R. (2020). Electrochemical Techniques For Environmental Analysis. *Modern Environmental Analysis Techniques For Pollutants*, 199-222. <https://doi.org/10.1016/b978-0-12-816934-6.00008-4>.
- Irdhawati, I., Sahara, E. and Hermawan, I.W. (2016) 'Teknik Voltametri Pelucutan Anodik Untuk Penentuan Kadar Logam Cu(Ii) Pada Air Laut Pelabuhan Benoa', *Jurnal Kimia*, (Ii), pp. 81–88. Available at: <https://doi.org/10.24843/jchem.2016.v10.i01.p11>.
- Jiang, T, *et al.*, (2023). Fabrication of an Electrochemical Sensor Based on Molecular Imprinting Technology for Detecting Elemen. *International Journal of Electrochemical Science*, 18(2), p. 2-8. Avabile at <https://doi.org/10.1016/j.ica.2022.339797>.
- Kertati, S., (2008). Sintesis dan Karakterisasi Polianilin dari Anilium Asetat dan Anilinium Propionat serta Aplikasi Sebagai Sensor Uap Amoniak, Skripsi,

Universitas Depok.

- Kroscwitz, J. 1990. *Poylmer Characterization and Analysis*. John Wiley and sons Inc:New York.
- Lin, G. *et al.* (2020) 'Preparation of graded microporous layers for enhanced water management in fuel cells', *Journal of Applied Polymer Science*, 137(47), pp. 1–11. Available at: <https://doi.org/10.1002/app.49564>.
- Liu, X., M., *et al.* (2018). Recent Advances in Catalysts for Methanol Synthesis via Hydrogenation of CO and CO<sub>2</sub>. *Industrial & Engineering Chemistry Research*, 42(25), 6518-6530.
- Liu, X., *et al.* (2018). V<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-Based nanomaterials: synthesis and their applications. *Royal Society of Chemistry*, 8(1), 4014-4031.
- Maharani, S., Mulyono, S. and Putri, E.R. (2022) 'Kaitan konduktivitas listrik dengan konsentrasi larutan garam dapur', *Progressive Physics Journal*, 3(2), p. 157. Available at: <https://doi.org/10.30872/ppj.v3i2.906>.
- Manurung, P. (2011). Difaktogram Sinar-X dan Mikrostruktur Timah Dioksida dengan Penambahan Fe. *Jurnal Ilmu Dasar*, 12(1): 91-96.
- Majeed, A.H. *et al.* (2022) 'A Review on Polyaniline: Synthesis, Properties, Nanocomposites, and Electrochemical Applications', *International Journal of Polymer Science*, 2022. Available at: <https://doi.org/10.1155/2022/9047554>.
- Maryanto, A. and Kurniawan, F. (2016) 'Fabrikasi Elektroda Pembanding Ag/AgCl Menggunakan Membran Poliisoprena dan LDPE', *Sains dan Seni ITS*, 5(2), pp. 2337–3520.
- Masta, N. (2020) 'Buku Materi Pembelajaran Scanning Electron Microscopy', *Patra Widya: Seri Penerbitan Penelitian Sejarah dan Budaya.*, 21(3), pp. i–iii.
- Mulyani, R. *et al.* (2012) 'Studi Voltametri Siklik Sodium Dedocyl Benzen Sulfonat dalam Berbagai Elektroda dan Elektrolit Pendukung', *Jurnal Teknologi Pengelolaan Limbah*, 15(1), pp. 51–56.
- Muttaqin, R. (2023) 'Pengembangan Buku Panduan Teknik Karakterisasi Material : X-ray Diffractometer (XRD) Panalytical Xpert3 Powder', *Indonesian Journal of Laboratory*, 1(1), p. 9. Available at: <https://doi.org/10.22146/ijl.v1i1.78970>.
- Mursal, I., L., P. (2016). Pengaruh Penambahan Asam Borat (H<sub>2</sub>BO<sub>3</sub>) Terhadap Hasil Karakterisasi Nanokristal TiO<sub>2</sub>. *Jurnal Sains dan Ilmu Farmasi*. 1(2): 59-65.
- Nechay, B., R. (1984). Mechanisms Of Action Of Vanadium. *Annual Pharmacol*, 24 : 501-504.



- Nirwan, S. (2022). Microdetection of Chromium Mixed–Valences using CuNi/Ti Electrode and Linear Sweep Voltammetry. *Mediterranean Journal of Chemistry*, 12(2): 112-122.
- Oktavia, B. *et al.* (2018). ‘Optimization and analysis of some oxinate metal complex system as introduction test for HPLC analysis’, *Journal of Physics:Conf. Series*, 1317(1), p. 0102024.
- Pastor, E. (2018) ‘ScienceDirect Electrochemical behavior of the carbon black Vulcan XC-72R: Influence of the surface chemistry’, 3. Available at: <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2018.03.040>.
- Pradistia, R., F., & Prasteya, D., A. (2022). Pemanfaatan Sensor Piezoelektrik Sebagai Penghasil Sumber Energi Dengan Tekanan Anak Tangga. *Emitor Jurnal Teknik Elektro*, 22(1), 55-61.
- Qiu, Q. *et al.* (2020). ‘The Elektrochemical Sensor For Methanol Detection Based on Trimetallic PtAuAg nanotubes’, *J Mater Sci*, 55: 15681-15694.
- Rani, S.R.A. (2022) ‘Studi Analisis Data Difraksi Sinar-X Pada Material Zircon Pasir Alam Melalui Metode Rietveld’, *JFT: Jurnal Fisika dan Terapannya*, 9(1), pp. 16–22. Available at: <https://doi.org/10.24252/jft.v9i1.25470>.
- Rajapaksha, R.D.A.A. *et al.* (2020) *Nanoparticles in electrochemical bioanalytical analysis, Nanoparticles in Analytical and Medical Devices*. Available at: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-821163-2.00006-6>.
- Rifal, M., dan Sinaga, N. 2018. Kaji Eksperimental Rasio Metanol-Bensin Terhadap Konsumsi Bahan Bakar, Emisi Gas Buang, Torsi Dan Daya. *Gorontalo Journal of Infrastructure and Science Engineering*, 1(1), 47. <https://doi.org/10.32662/gojise.v1i1.140>.
- Rohendi, D. *et al.* (2016) ‘Comparison of The Performance of Proton Exchange Membrane Fuel Cell ( PEMFC ) Electrodes with Different Carbon Powder Content and Methods of Manufacture’, (November), pp. 61–66.
- Rubianto, L. 2018. *Biodiesel*. Polinema Press, Malang, Indonesia.
- Sadeghi- shoaie, Mehdi, *et al.* (2012). Can foliar application with methanol improve the yield, yield components and physiological performance of mung bean (*Vigna radiata* L). *Scholars Research Library*, 3(10), 4780-4785.
- Sajgure, M., Kachare, B., Gawhale, P., Waghmare, S and Jagadale, G. 2016. Direct Methanol Fuel Cell: A Review. *International Journal of Current Engineering and Technology Inpressco Ijctet Special*. 6(6): 2277-4106.
- Saputry, A.P., Lestariningsih, T. and Astuti, Y. (2019) ‘The Effect of Ratio LiBOB:TiO<sub>2</sub> of Electrolyte Polymer Sheets as separators on the Electrochemical Performance of LTO-Based Lithium-Ion Batteries’, *Jurnal*

- Kimia Sains dan Aplikasi*, 22(4), pp. 136–142. Available at: <https://doi.org/10.14710/jksa.22.4.136-142>.
- Septiano, A. F., Susilo, S., & Setyaningsih, N. E. (2021). Analisis Citra Hasil Scanning Electron Microscopy Energy Dispersive X-Ray (SEM EDX) Komposit Resin Timbal dengan Metode Contrast to Noise Ratio (CNR). *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Sciences*, 44(2), 81–85. <https://doi.org/10.15294/ijmns.v44i2.33143>
- Shafie, S., M., *et al.* (2011). Current energy usage and sustainable energy in Malaysia. *Elsevier*, 15(9), 4370-4377.
- Sharma, R., Bisen, D., P., Shukia. & Sharma, B., G. (2012). *X-Ray Diffraction: A powerful Method of Characterizing Nanomaterials*, Recent Research in Science and Technology, *Recent Research in Science and Tehnology*, 4(8) : 77-79.
- Sharma, N., Mutreja, V., & Kaur, H. (2020). Electrochemical Sensors. *European Journal of Molecular & Clinical Medicine*, 7(7), 4519-4727
- Sinaga, N., dan Rifal, M. 2017. Pengaruh Komposisi Bahan Bakar Metanol-Bensin Terhadap Torsi Dan Daya Sebuah Mobil Penumpang Sistem Injeksi Elektronik 1200 CC. *Rotasi*, 19(3), 147. <http://doi.org?10.1471/rotasi.19.3.147-155>.
- Sulistiyanti, S., R., Purwiyanti, S., & Pauzi, G., A. 2020. *Sensor dan Prinsip Kerjanya*. Pusaka Media, Bandar Lampung, Indonesia.
- Suntana, A., S., *et al.* (2009). Forest Biomass as a Source of Bio – Energy that Reduces Carbon Emissions. *Elsevier*, 86(1), 215-221.
- Susmita, R., dan Muttaqin, A. (2013). Analisis Sifat Listrik Komposit Polianilin (PANi) terhadap Penambahan *BOTTOM AH* sebagai Elektroda Superkapasitor. *Jurnal Fisika Unand*. 2(2), 107-110.
- Sutrave, D., S. & Joshi, P., S. (2018). A Brief Study of Cyclic Voltammetry and Electrochemical Analysis. *International Journal of ChemTech Research*. 11(9): 77-88.
- Tempong buka, H., Allo, E., K., & Sompie, S. R. U. A. (2015). Rancang Bangun Sistem Keamanan Rumah Menggunakan Sensor PIR (Passive Infrared) Dan SMS Sebagai Notifikasi. *Journal Teknik Elektro dan Komputer*, 4(6), 10-14.
- Torad, NA gy L., Ayad, M., M. (2016). Gas Sensors Based on Conducting Polymers. *Intech*, *i(tourism)*, 13. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.5772/57353>
- Tuovinen, T. *et al.* (2021). ‘Utilization of waste sodium sulfate from battery chemical production in neutral electrolytic pickling’, *Journal of Cleaner Production*. 324.

- Virji, S., Huang, J., Kaner, R., and Weiller, B. (2004). Polyaniline Nafobier Gas Snsors: Examination of Response Mechanisms. *American Chemical Society*. 4(3), 491-496.
- Yao, X. *et al.* (2020). A novel PCB77 electrochemical sensor based on nano-functionalized electrode and selected aptamer. *Journal of New Materials for Electrochemical Systems*. 23(2): 66–70. <https://doi.org/10.14447/jnmes.v23i2.a02>.
- Wang, C. C., *et al.* (2021). Structure and Photoluminescence Properties of Thermally Synthesized V2O5 and Al-Doped V2O5 Nanostructures. *MDPI*, 14(2), 359.
- Wei, P. and Wang, Z. (2023) ‘Pattern recognition assisted linear sweep voltammetry sensor for analysis of tea quality’, *International Journal of Electrochemical Science*, 18(10), p. 100275. Available at: <https://doi.org/10.1016/J.IJOES.2023.100275>.
- Wijayanto, S.. and A.P Bayuseno (2014) ‘Wijayanto\_Analisis SEM’, *Jurnal Teknik Mesin*, 2(4), pp. 33–39.
- Wulandari, R. *et al.* (2016) ‘Penentuan kapasitansi spesifik karbon aktif tempurung kemiri’, *Jurnal Indonesia*, pp. 1–10.
- Zikriana *et al.* (2017) ‘Perbandingan Tegangan Yang Diberi Larutan Garam Dengan Massa Yang Berbeda Untuk Menggerakkan Kipas Angin Sederhana’, *Prosiding Seminar Nasional MIPA III*, (November 2016), pp. 459–463.