

**PREPARASI DAN KARAKTERISASI ELEKTRODA Ti TiO₂/V₂O₅ SERTA
APLIKASINYA DALAM ELEKTRO – OKSIDASI METANOL**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Bidang Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan
Alam



OLEH:
DINI ERYANI
08031382025087

JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2025

HALAMAN PENGESAHAN

**PREPARASI DAN KARAKTERISASI ELEKTRODA Ti TiO₂/V₂O₅ SERTA
APLIKASINYA DALAM ELEKTRO – OKSIDASI METANOL**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Sains Bidang Studi Kimia

Oleh:

Dini Eryani

08031382025087

Indralaya, 11 Februari 2025

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

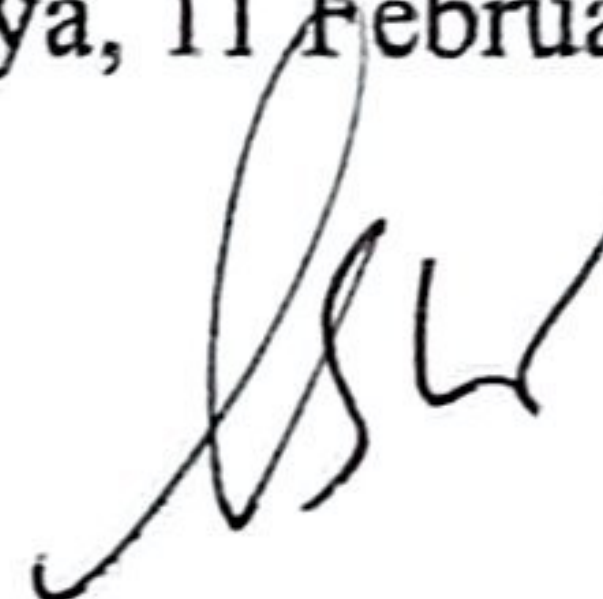
HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa skripsi Dini Eryani (08031382025087) dengan judul “Preparasi Dan Karakterisasi Elektroda Ti TiO₂/V₂O₅ Serta Aplikasinya Dalam Elektro – Oksidasi Metanol” telah disidangkan di hadapan Tim Penguji sidang Sarjana Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 11 Februari 2025 telah diperbaiki, diperiksa serta disetujui sesuai masukan yang telah diberikan.

Indralaya, 11 Februari 2025

Ketua

1. **Dr. Addy Rachmat, M. Si**
NIP. 197409282000121001

()

Anggota

1. **Dr. Nirwan Syarif, M. Si**
NIP. 197010011999031003
2. **Dr. Widia Purwaningrum, M. Si**
NIP. 197304031999032001

()

()

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 di bawah ini :

Nama Mahasiswa : Dini Eryani

Nim : 08031382025087

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 dibuat dalam skripsi ini yang 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, 11 Februari 2025

Yang menyatakan



Dini Eryani

NIM. 08031382025087

**HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai civitas akademik Universitas Sriwijaya, yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Dini Eryani

NIM : 08031382025087

Fakultas/Jurusan : Matematika dan Ilmu Penegetahuan Alam/Kimia

Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, saya menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Sriwijaya "Preparasi Dan Karakterisasi Elektroda Ti TiO₂/V₂O₅ Serta Aplikasinya Dalam Elektro – Oksidasi Metanol". Dengan hak bebas royalty non-eksklusive 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/pencipta dan sebagai pemilik hak cipta.

Demikianlah pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya.

Indralaya, 11 Februari 2025

Yang menyatakan



Dini Eryani

NIM. 08031382025087

HALAMAN PERSEMBAHAN

“Barang siapa yang mengerjakan kebaikan sekecil apapun, niscaya dia akan melihat (balasan)nya.”

(Q.S Al-Zalzalah: 7)

Dan barang siapa yang bertakwa kepada Allah, niscaya Allah menjadikan baginya kemudahan dalam urusannya.”

(Q.S At-Talaq: 4)

"Dan Dia mendapatimu sebagai seorang yang bingung, lalu Dia memberikan petunjuk.”

(Q.S Ad-Duha: 7)

- Allah SWT
- Nabi Muhammad SAW

Skripsi ini saya persembahkan kepada:

- 1. Ibu Leni dan Bapak Erlansyah selaku kedua orang tua saya**
- 2. Suami saya Engga Pramana S.T**
- 3. Kakak Perempuan saya Dita Lestari S.Sos, dan Adik laki-laki saya Dify Tri Nanda.**
- 4. Keluarga besar, ibu Mertua Rusjalena dan Bapak Mertua saya Mulyadi, Sahabat dan semua orang yang membantu hingga terselesainya skripsi ini**
- 5. Dosen Pembimbing Bapak Dr. Nirwan Syarif, M.Si**
- 6. Kampusku (Universitas Sriwijaya)**

KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah memberikan segala nikmat dan karunia-Nya, sehingga Penulis dapat menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Preparasi Dan Karakterisasi Elektroda Ti TiO₂/V₂O₅ Serta Aplikasinya Dalam Elektro – Oksidasi Metanol”. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Sarjana (S1) Kimia fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Proses penyusunan skripsi ini, terlepas dari berbagai rintangan mulai dari pencarian judul, literatur, penelitian, pengumpulan data, pengolahan data, dan penulisan. Namun dengan kesabaran dan ketekunan yang dilandasi dengan rasa tanggung jawab sebagai mahasiswa serta bantuan dari pihak lain berupa moral maupun materi akhirnya skripsi ini dapat diselesaikan. Penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada Bapak pembimbing saya Dr. Nirwan Syarif, M.Si yang telah banyak membantu dan memberikan arahan serta bimbingan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini. Penyusunan skripsi ini penulis banyak mendapatkan bantuan baik berupa informasi, arahan, petunjuk maupun dukungan dari berbagai pihak, untuk itu pada kesempatan ini penulis ucapkan terima kasih kepada:

1. Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan karunia-Nya serta kesehatan sehingga dalam pelaksanaan kerja praktik dan laporan ini dapat diselesaikan dengan baik.
2. Ibu Leni ibundaku, Pintu syurgaku. Beliau yang paling berperan penting pada pengerjaan skripsi ini, yang selalu memberikan dukungan baik berupa doa, moral maupun materi, ibunda saya tercinta beliau juga memang tidak pernah merasakan pendidikan sampai bangku perkuliahan, namun beliau mampu mendidik penulis menjadi anak Perempuan kedua yang kuat, memotivasi, dan memberikan dukungan hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana. yang menjadi sosok luar biasa yang memberikan dukungan dan doa yang tak pernah putus untuk kesuksesan anaknya.
3. Ayah tercinta, Bapak Erlansyah. Cinta pertama untuk anak perempuannya, yang selalu memberikan dukungan baik berupa doa, moral maupun materi, beliau juga memang tidak pernah merasakan pendidikan sampai bangku perkuliahan,

namun beliau mampu mendidik penulis menjadi anak Perempuan kedua yang kuat, memotivasi, dan memberikan dukungan hingga penulis mampu menyelesaikan studinya sampai sarjana.

4. Suami saya tercinta Engga Pramana, S. T seorang yang telah tulus membantu dan mendukung saya untuk terus berjuang, selalu memberikan masukan dan saran serta menghibur dikala keadaan penulis sedang kurang baik sehingga pengerjaan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar, yang sudah memberikan semangat yang luar biasa serta moral, dari awal penyelesaian studi perkuliahan sampai sarjana.
5. Kedua mertua saya ibu Rusjalena dan bapak Mulyadi yang selalu memberikan dukungan serta doa dalam setiap perjalanan pernegejaan skripsi ini.
6. kakak perempuan saya Dita Lestari, S.Sos yang selalu ada di saat penulis dalam kesulitan yang selalu memberi semangat serta masukan pada setiap langkah dan proses penulis, adik laki-laki saya Difky Try Nanda yang selalu memberikan semangat penulis, kakak ipar saya Saldes Yujian, S.T yang sudah memberikan arahan serta motivasi kepada penulis, kakak ipar saya Arian Ferdiansyah, S. Pd dan Titin Karlena, S. kep yang telah memberikan bantuan serta semangat kepada penulis.
7. Bapak Hermansyah, S.SI, M.Si., Ph.D. selaku Dekan FMIPA Universitas Sriwijaya.
8. Ibu Prof. Dr. Muharni, M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya.
9. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si. selaku Sekertaris Jurusan Kimia FMIPA Universitas Sriwijaya
10. Bapak Dr. Nirwan Syarif, M. Si selaku dosen pembimbing akademik dan tugas akhir. Terimakasih atas arahan dan dukungan penilis dari awal studi perkuliahan hingga akhir perkuliahan sampai sarjana. Semoga bapak selalu Panjang umur sehat selalu, dilancarkan segala urusannya. Tetap menjadi bapak Nirwan yang baik dan selalu dukungan layaknya anak sendiri.
11. Bapak Dr. Addy Rachmat, M.Si., ibu Dr. Widia Purwaningrum, M.Si. Selaku pembahas dan penguji sidang sarjana. Terima kasih banyak atas waktunya dan masukkan yang diberikan kepada penulis. Terima kasih banyak telah sabar

menghadapi penulis dan semoga ilmu yang diberikan bermanfaat. Semoga bapak addy dan ibu widia selalu diberikan kesehatan dan kebahagiaan.

12. Seluruh Dosen FMIPA Universitas Sriwijaya yang telah memberikan ilmu, mendidik dan membimbing selama masa perkuliahan hingga lulus.
13. Kak Chosiin dan Mba Novi selaku Admin Jurusan Kimia yang selalu sabar serta banyak membantu selama masa perkuliahan hingga lulus.
14. Teman sejalan semasa perkuliahan Nilda, Theresia, selaku yang selalu kebersamai dan memberikan dukungan serta bersedia membantu penulis dalam berbagai hal dan keseruan yang tak terduga dari awal perkuliahan hingga akhir. Theresia selaku teman kost yang selalu menemani disaat penulis sedang senang maupun sedang tidak baik, terimakasih telah mendengarkan keluh kesah penulis, yang rela menemani setiap jalannya penelitian sampai dengan selesai.
15. Teman perkuliahan seluruh anggota grup kost Erida, July, Novriani, adek Ilen. Terima kasih menjadi teman yang telah mewarnai semasa kuliah semoga kalian selalu bahagia.
16. Annisa Zaharanti, Umi Syarita dan Rhada Met'lissa selaku teman dan tim bekerja laboratorium.
17. Temen-temen seperjuangan di masa terakhir perkuliahan (Eka, Ira, Indah, Umi), terimakasih teman-temanku penghuni gazebo yang sudah mau direpotkan serta berbagi apapun demi perjuangan S. Si kalian hebat.
18. Seluruh teman-teman Einstenium (Angkatan 2020) Angkatan covid tentunya, terimakasih atas segala hal yang pernah dilewati bersama, semoga kalian sukses dan bahagia dimanapun kalian berada.
19. Kepada Keluarga besar penulis saya ucapkan terima kasih atas dukungannya yang siap membantu disaat penulis membutuhkan.
20. Kepada kak Balqis dan kak Fadilla selaku kakak asuh penulis mengucapkan banyak terima kasih atas bimbingannya selama ini.
21. Kepada kak Intan dan kak yollan Angkatan 2019 selaku kakak tingkat dengan tempat penelitian yang sama. Terima kasih sudah membantu penulis menyelesaikan penelitian dan selalu memotivasi penulis.
22. Dan terakhir kepada diri saya sendiri, Dini Eryani terima kasih sudah bertahan sejauh ini dan terima kasih tetap memilih berusaha dan merayakan dirimu

sendiri sampai dititik ini, walau sering kali merasa putus asa atas apa yang diusahakan dan belum berhasil, namun terima kasih tetap menjadi manusia yang selalu mau berusaha dan tidak lelah mencoba. Terima kasih karena memutuskan tidak menyerah sesulit apapun proses penyusunan skripsi ini dan telah menyelesaikan sebaik dan semaksimal mungkin, ini merupakan pencapaian yang patut dirayakan untuk diri sendiri. Berbahagialah selalu dimanapun berada. Dini, apapun kurang dan lebihmu mari merayakan diri sendiri.

Indralaya, 11 Februari 2025

Penulis

SUMMARY

Preparation and Characterization of Ti TiO₂/V₂O₅ Electrodes and Their Application in Electro-Oxidation of Methanol

Dini Eryani: Supervised by Dr. Nirwan Syarif, M.Si

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

X + 45 pages, 11 figures, 8 appendices.

Research on the preparation and characterization of Ti TiO₂/V₂O₅ electrodes and their application in the electro-oxidation of methanol has been conducted. The Ti TiO₂/V₂O₅ electrode was fabricated using the brush coating method. A paste was prepared by mixing binchotan, vulcan, and PANi, each of which was applied to a Ti plate (4 x 0.5 cm surface area) using a brushing technique in alternating directions. The performance of the Ti TiO₂/V₂O₅ electrode was tested using cyclic voltammetry and linear sweep voltammetry methods. These tests aimed to determine the electrode's reactivity by observing the reduction and oxidation (redox) reactions of the sample. The cyclic voltammetry voltammogram showed a redox reaction on the Ti TiO₂/V₂O₅ electrode with an anodic peak at -0.0021 V and an oxidation peak current (I_{pox}) of 1.3×10^{-1} , while the cathodic peak had a value of -0.0064 V and a reduction peak current (I_{pred}) of -0.16×10^{-1} . The Ti TiO₂/V₂O₅ electrode was measured using cyclic voltammetry in the voltage range of 3V to 5V and a scan rate of 0.023 V/s with a 2 M sodium sulfate (Na₂SO₄) electrolyte. Linear sweep voltammetry tests were performed using methanol solutions with concentration variations of 2%, 5%, 8%, and 12%, and a potential range of 0V to 0.4V. XRD and SEM characterizations were also carried out. The XRD results showed three peaks at 2θ angles of 23.3°, 32.68°, and 70.64°, with a crystal size of 15,4 nm for the Ti TiO₂/V₂O₅ electrode. SEM characterization revealed a varied morphology with particle sizes of 1-5 μm and few pores, at a magnification of 2500x.

Keywords: TiO₂ Electrode, Binchotan, Kitosan, Vulcan, PANi, Methanol

RINGKASAN

PREPARASI DAN KARAKTERISASI ELEKTRODA Ti TiO₂/V₂O₅ SERTA APLIKASINYA DALAM ELEKTRO – OKSIDASI METANOL

Dini Eryani: Dibimbing oleh Dr. Nirwan Syarif, M.Si

Kimia, fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya

ix + 57 halaman, 11 gambar, 8 lampiran.

Penelitian tentang preparasi dan karakterisasi elektroda Ti TiO₂/V₂O₅ serta aplikasinya dalam elektro – oksidasi methanol telah dilakukan. Pembuatan elektroda Ti TiO₂/V₂O₅ dengan pengaplikasian menggunakan metode brush coating. Didapatkan pasta dengan campuran binchotan, vulcan, PANi masing-masing dioleskan pada plat Ti dengan ukuran (4 x 0,5 cm) dengan cara di kuas pada permukaan plat Ti dengan gerakan yang searah secara bergantian. Dilakukan pengujian kinerja elektroda Ti TiO₂/V₂O₅ menggunakan metode *cyclic voltammetry* dan *linier sweep voltammetry*. Pengujian ini dilakukan untuk menentukan reaktivitas elektroda dengan mengamati pada reduksi dan oksidasi (redoks) reaksi sampel. Kurva voltammogram *cyclic voltammetry* menunjukkan reaksi redoks pada elektroda Ti TiO₂/V₂O₅ didapatkan nilai puncak anodik sebesar -0,0021 V dengan arus puncak oksidasi (I_p^{oks}) = $1,3 \times 10^{-1}$, sementara puncak katodik memiliki nilai sebesar -0,0064 V dengan arus puncak reduksi (I_p^{red}) = $-0,16 \times 10^{-1}$. Pengukuran elektroda Ti TiO₂/V₂O₅ dengan *cyclic voltammetry* diukur pada rentang 3V sampai 5V dan *scan rate* 0,023 V/s dengan elektrolit natrium sulfat (Na₂SO₄) dengan konsentrasi 2 M. Voltammogram dengan pengukuran *linier sweep voltammetry* pengujian dilakukan menggunakan larutan metanol dengan variasi konsentrasi 2%; 5%; 8%; 12% dengan rentang votensial 0V sampai 0,4V. Dilakukan karakterisasi XRD dan SEM. Hasil XRD didapatkan 3 puncak pada sudut 2 θ masing-masing sebesar 23.3°, 32.68° dan 70.64° dengan ukuran kristal elektroda Ti TiO₂/V₂O₅ didapatkan sebesar 15,4 nm. Hasil karakterisasi SEM menunjukkan adanya struktur morfologi memiliki bentuk yang bervariasi dengan ukuran 1-5 μ m dan memiliki sedikit pori-pori, dengan tingkat perbesaran 2500 x.

Kata Kunci: Elektroda TiO₂, Binchotan, Kitosan, Vulcan, PANi, Metanol

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
HALAMAN PERSETUJUAN	iv
RINGKASAN	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Sensor Elektrokimia.....	5
2.2 Titanium Sebagai Plat	6
2.3 Titanium Dioksida (TiO ₂)	6
2.4 Vanadium Pentaoksida (V ₂ O ₅).....	8
2.5 Binchotan	8
2.6 Kitosan	9
2.7 Polianilin (PANi).....	10
2.8 Karakterisasi Elektroda.....	10
2.8.1 Pengukuran Elektroda Menggunakan Alat Oscilloscope	10
2.8.2 Cyclic voltammetry (CV).....	11
2.8.3 Linear Sweep Voltammetry (LSV).....	13
2.8.4 X-ray diffraction (XRD).....	13

2.8.5	Scanning Electron Microscope (SEM).....	15
BAB III METODOLOGI PENELITIAN		16
3.1	Waktu dan Tempat.....	16
3.2	Alat dan Bahan.....	16
3.2.1	Alat	16
3.2.2	Bahan.....	16
3.3	Prosedur Penelitian	16
3.3.1	Preparasi Polianilin (PANi)	16
3.3.2	Preparasi Serbuk Elektrokatalis	17
3.3.3	Pembuatan elektroda Ti TiO ₂ /V ₂ O ₅	17
3.3.4	Pengujian Kinerja Elektroda metode CV dan LSV.....	18
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....		19
4.1	Hasil Preparasi Polianilin (PANi)	19
4.2	Hasil Preparasi Serbuk Elektrokatalis	19
4.3	Hasil Pengujian Kinerja Elektroda dengan metode CV dan LSV...20	
4.3.1	Cyclic Voltametry (CV).....	20
4.3.2	Linear sweep voltammetry (LSV)	22
4.3.2.1	Kurva linieritas elektroda dan metanol bervariasi	22
4.3.2.2	linieritas tegangan puncak LSV metanol bervariasi..	25
4.4	Hasil Karakterisasi Elektroda dengan metode XRD dan SEM.....	26
4.4.1	X-ray diffraction (XRD).....	26
4.4.2	Scanning Electron Microscope (SEM).....	27
BAB V PENUTUP.....		29
5.1	Kesimpulan	29
5.2	Saran	29
DAFTAR PUSTAKA		30

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Struktur Kristal Rutile, Anatase dan Brookite	7
Gambar 2. Siklus voltamogram CV	12
Gambar 3. Ilustrasi Prinsip Dasar XRD	14
Gambar 6. Permukaan plat titanium sebelum dan sesudah preparasi.....	18
Gambar 5. Hasil Padatan Polianilin (PANi) setelah di oven.....	19
Gambar 6. Hasil katalis setelah di furnace.....	20
Gambar 7. Kurva voltammogram CV elektroda bervariasi	20
Gambar 8. Kurva linieritas LSV pada elektroda dan metanol bervariasi	23
Gambar 9. Grafik puncak puncak anodik (LSV) dengan metanol bervariasi.....	25
Gambar 10. Difaktogram XRD dari elektroda Ti TiO ₂ /V ₂ O ₅	27
Gambar 11. Morfologi Ti TiO ₂ /V ₂ O ₅ pada perbesaran 2500 x.....	28

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Prosedur Kerja	35
Lampiran 2. Skema Kerja Alat Oscilloscope	39
Lampiran 3. Kurva linieritas (LSV) Elektroda Ti TiO ₂ /V ₂ O ₅ bervariasi	40
Lampiran 4. Tabel Nilai Puncak Anodik Linier Sweep Voltammetry (LSV).	42
Lampiran 5. Hasil Karakterisasi Elektroda Ti TiO ₂ /V ₂ O ₅ Menggunakan XRD...	43
Lampiran 6. Hasil Karakterisasi Elektroda Ti TiO ₂ /V ₂ O ₅ Menggunakan SEM...	45
Lampiran 7. Perhitungan.....	46
Lampiran 8. Alat Penelitian.....	47

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Penggunaan elektrokimia dapat diterapkan dalam berbagai bidang kehidupan manusia, mulai dari kebutuhan rumah tangga sehari-hari hingga industri besar, seperti industri bahan kimia organik, anorganik, pengolahan limbah, dan analisis (Putri, 2022). Proses elektrokimia merupakan reaksi redoks (oksidasi-reduksi), di mana energi yang dihasilkan dari reaksi spontan diubah menjadi listrik, atau digunakan untuk memungkinkan terjadinya reaksi yang tidak spontan (Putri, 2022). Analisis elektrokimia merupakan metode yang sederhana dan hemat biaya untuk mengukur kadar spesies elektroaktif dalam larutan secara kuantitatif dan kualitatif. Keunggulan elektroanalisis berupa biaya yang lebih rendah, kemudahan penggunaan, serta akurasi dan keandalannya yang tinggi dibandingkan dengan teknik deteksi lainnya seperti kromatografi, pendaran cahaya, dan spektroskopi, (Power *et al*, 2018).

Elektrokimia berhubungan dengan reaksi reduksi-oksidasi (redoks) dan larutan elektrolit. Proses elektrokimia memerlukan media pengantar, yang berfungsi sebagai tempat terjadinya transfer elektron dalam suatu sistem reaksi yang disebut larutan. Elektrolit berperan sebagai media dalam reaktor pengolahan limbah dan memiliki peran krusial dalam meningkatkan efektivitas proses. Selain itu, elektrolit berfungsi dalam mendistribusikan serta menghantarkan listrik selama proses pengolahan limbah. Berbagai penelitian sebelumnya telah melaporkan pengaruh elektrolit, terutama dengan penggunaan NaCl, NaNO₃, dan Na₂SO₄ (Widodo, dkk. 2018). Larutan elektrolit yang digunakan pada penelitian ini berupa Na₂SO₄. Larutan Na₂SO₄ ini adalah elektrolit kuat yang dapat terionisasi sepenuhnya dalam larutan berair, sehingga sangat efektif sebagai elektrolit pendukung. Elektrolit pendukung yang ideal harus bersifat inert, yang berarti tidak mengalami proses reduksi atau oksidasi, serta tidak bereaksi dengan analit (Perdana, dkk. 2013).

Metanol dan turunannya menjadi fokus utama dalam penelitian energi, karena dapat digunakan sebagai bahan bakar cair baru. Sebagai sumber energi terbarukan, metanol menawarkan beberapa kelebihan dibandingkan bahan bakar

fosil. seperti performa daya yang optimal, proses pembakaran yang cepat, serta efisiensi termal yang tinggi (Roida & Putri, 2020).

Penelitian ini menggunakan TiO_2 dan V_2O_5 , TiO_2 dan V_2O_5 , TiO_2 dikenal sebagai salah satu katalis yang sangat stabil. Dibandingkan dengan katalis lainnya, TiO_2 sering digunakan karena sifatnya yang inert baik secara biologis maupun kimiawi, serta ketahanannya terhadap korosi kimia selama proses reaksi. Selain itu, TiO_2 juga memiliki harga yang relatif terjangkau. Saat ini, pengembangan TiO_2 semakin pesat, karena selain senyawa murninya, Titania juga mengalami modifikasi melalui penambahan logam lain (doping), baik dalam bentuk kation maupun anion, termasuk lantanida dalam jumlah kecil, yang dapat mengubah sifat dasar material (Benrahma, 2015).

Penelitian mengenai TiO_2 telah dilakukan oleh Aziz (2021), yang menunjukkan bahwa elektroda dengan doping $\text{FeTiO}_3\text{-TiO}_2/\text{Ti}$ memiliki aktivitas tertinggi dalam proses oksidasi di bawah cahaya tampak dibandingkan dengan elektroda TiO_2/Ti . Berdasarkan kajian literatur yang telah dipaparkan, doping Fe^{3+} pada TiO_2 dengan komposisi $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ cenderung membentuk senyawa ilmenit FeTiO_3 atau $\text{FeO}\cdot\text{TiO}_2$. Keberadaan ilmenit FeTiO_3 sebagai fotokatalis dalam reaksi oksidasi terbukti sangat efektif dalam menurunkan polutan organik di bawah paparan sinar UV.

Salah satu teknik modifikasi yang efektif adalah dengan melakukan doping menggunakan logam seperti Pt, Cu, Fe, dan V. Vanadium sendiri merupakan logam lunak yang memiliki struktur kokoh serta ketahanan tinggi terhadap korosi (Lienda et al., 2018). Proses doping logam dapat memengaruhi berbagai sifat titanium oksida, termasuk struktur, morfologi, sifat optik, elektronik, dan fotokatalitiknya. Selain itu, doping logam juga berperan dalam menurunkan band gap titanium oksida, meningkatkan penyerapan cahaya tampak, mengurangi rekombinasi elektron-lubang, meningkatkan konduktivitas elektronik, serta menambah jumlah situs aktif pada permukaannya (Setyawan & Suryani, 2024).

Karbon aktif adalah adsorben yang umum digunakan untuk menghilangkan ion logam dari air dan limbah industri. Dengan tingkat porositas yang tinggi, karbon aktif juga berperan dalam proses katalisis, elektrokimia, serta berbagai aplikasi di bidang biomedis dan lingkungan. Selain itu, kitosan juga dapat berfungsi sebagai

adsorben. Kitosan memiliki potensi sebagai adsorben berkat kandungan gugus aktif seperti $-NH_2$ dan $-OH$. Melalui gugus aktif ini, kitosan dapat mengadsorpsi ion logam dengan mengikat ion logam pada gugus amina yang ada pada kitosan (Venkatesan, *et al*, 2014). Penggunaan kitosan sangat bermanfaat karena kemampuannya yang luar biasa sebagai pengkelat ion. Sifat kitosan yang efektif dalam mengikat ion memungkinkan bahan ini digunakan sebagai adsorben untuk menghilangkan logam berat dari air yang terkontaminasi, maupun dari limbah industri. Kitosan dapat digunakan untuk menyerap logam-logam seperti Cu, Pb, Ni, Hg, Cd, dan Cr (Sulfani dan surtiarso, 2014). Binchotan, yang juga dikenal sebagai karbon putih atau arang putih, adalah bahan karbon yang dihasilkan dari biomassa, khususnya kayu keras dari hutan mangrove. Kemampuan karbon putih untuk menghantarkan listrik menjadikannya berpotensi untuk digunakan dalam aplikasi elektronik-listrik, seperti bahan elektroda untuk perangkat penyimpanan energi, bahan semikonduktor titik karbon untuk DSSC, atau sebagai pelat bipolar dalam sel bahan bakar (Syarif *et al.*, 2019). Binchotan (karbon putih) juga diketahui memiliki kapasitas adsorpsi yang tinggi, dengan penelitian menunjukkan bahwa gas seperti etilena, uap asam asetat, hidrogen, serta gelombang elektromagnetik yang sangat kuat dapat diserap dengan efektif oleh binchotan. Selain itu, binchotan juga memiliki kemampuan unggul dalam menyerap gelombang infra merah dari radiasi elektromagnetik (Syarif *et al.*, 2023).

Polimer konduktif merupakan salah satu alternatif dalam mengatasi permasalahan penyimpanan energi listrik karena memiliki karakteristik yang ringan, fleksibel, ekonomis, serta mudah diproduksi. Pemanfaatan polimer berbasis bahan alami menjadi salah satu solusi untuk menciptakan material yang lebih ramah lingkungan. Beberapa jenis polimer konduktif yang mampu menghantarkan listrik antara lain polipirole, poliasetilena, dan polianilin (PANi). Saat ini, pengembangan polimer konduktif semakin diarahkan pada skala laboratorium melalui proses polimerisasi pirole dan anilina dalam larutan elektrolit (Sitorus *et al.*, 2011).

Berbagai teknik tersedia bagi peneliti untuk menganalisis spesies elektroaktif dalam larutan, termasuk cyclic voltammetry (CV), voltametri pulsa diferensial, kronoamperometri, linier sweep voltammetry (LSV), dan voltametri pelucutan. Semua teknik ini efektif jika dioptimalkan untuk menghasilkan respons

elektrokimia yang terbaik. Proses analisis ini dapat dipengaruhi oleh sejumlah faktor, seperti sifat analit yang diteliti, jenis elektroda, dan pemilihan elektrolit. Secara khusus, ukuran, morfologi elektroda, dan metode fabrikasi yang digunakan dapat memengaruhi respons voltametri dari sistem yang dianalisis (Power *et al.*, 2018). Metode yang digunakan untuk deteksi senyawa kimia pada penelitian ini yakni Cyclic Voltammetry (CV) dan Linear Sweep Voltammetry (LSV). Teknik pengukuran CV melibatkan polarisasi elektroda kerja. Elektroda berbasis karbon, seperti elektroda grafit, karbon kaca, atau pasta karbon, biasanya digunakan sebagai elektroda kerja dalam metode ini (Yasin *et al.*, 2024). Hasil LSV disajikan sebagai salah satu puncak anodik atau katodik. Meskipun CV sangat mirip dengan LSV, CV tidak menyelesaikan satu sapuan dalam rentang tegangan tetap (Kim *et al.*, 2020).

1.2 Rumusan Masalah

1. Bagaimana kinerja elektroda Ti TiO₂/V₂O₅ dengan komposit PANi dan karbon terhadap konsentrasi Na₂SO₄ menggunakan Cyclic Voltammetry (CV) dan Linear Sweep Voltammetry (LSV)?
2. Bagaimana sifat kristalinitas, morfologi permukaan dan komposisi unsur/elemen elektroda Ti TiO₂/V₂O₅ menggunakan karakterisasi XRD dan SEM?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menentukan hasil kinerja elektroda Ti dengan menggunakan katalis TiO₂/V₂O₅ pada masing masing variasi elektrolit menggunakan metode Cyclic Voltammetry (CV) dan Linear Sweep Voltammetry (LSV).
2. Menentukan kristalinitas elektroda Ti TiO₂/V₂O₅ menggunakan XRD dan morfologi permukaan elektroda menggunakan SEM.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kinerja katalis TiO₂/V₂O₅ pada elektroda Ti menggunakan karakterisasi Cyclic Voltammetry (CV), Linear Sweep Voltammetry (LSV), XRD dan SEM, serta memberikan kontribusi berupa data-data teknis untuk penelitian lebih lanjut.

DAFTAR PUSTAKA

- Alabdullah, S. S. M., AL-Bassam, A. Z. M., & Asaad, N. (2021). Electrochemical sensors and its applications. *International Journal of Research in Engineering and Innovation*, 05(05), 258–262. <https://doi.org/10.36037/ijrei.2021.5506>.
- Aliwarga, L., Soerawidjaja, T. H., Victoria, A. V., Reynard. 2018. Pengambilan Kembali Vanadium Pentaoksida dari Katalis Vanadium Bekas. *Jurnal Teknik* Vol 17, No 02, November 2018, Hal. 76-83.
- Aristanti, Y., Minandar, N., Marliani., & Soeprianto, S. (2019). Analisis Laju Degradasi Rhodamine B (RhB) pada Proses Fotokatalis TiO₂. *Jurnal Ensains*, 02 (03), 188-194.
- Aviva Lydia Da Vega, R., & Primary Putri, N. (2020). Sebuah Review: Polianilin (PANi) Sebagai Bahan Aktif Pendeteksi Asam. *Inovasi Fisika Indonesia*, 9(2), 105–118. <https://doi.org/10.26740/ifi.v9n2.p105-118>.
- Azis, T., Maulidiyah, M., Nurdin, M., Muzakkar, M. Z., Ratna, Kadir, L. O. A., Octavian, V. V., Nurwahida, T., Bijang, C., & W, H. (2021). Studi dan Aplikasi Elektroda FeTiO₃-TiO₂/Ti untuk Degradasi Reactive Blue 160 dengan Metode Fotoelektrokatalisis. *Kovalen: Jurnal Riset Kimia*, 7(2), 121–130. <https://doi.org/10.22487/kovalen.2021.v7.i2.15561>.
- Bachmid, A., Poekoel, V., & Wuwung, J. (2017). Osiloskop Portable Digital Berbasis AVR ATmega644. *E-Journal Teknik Elektro Dan Komputer*, 6(1), 15–26.
- Baranwal, J., Barse, B., Gatto, G., Broncova, G., & Kumar, A. (2022). Electrochemical Sensors and Their Applications: A Review. *Chemosensors*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/chemosensors10090363>.
- Belding, S. R., Limon-Petersen, J. G., Dickinson, E. J. F., & Compton, R. G. (2010). Cyclic voltammetry in the absence of excess supporting electrolyte offers extra kinetic and mechanistic insights: Comproportionation of anthraquinone and the anthraquinone dianion in acetonitrile. *Angewandte Chemie - International Edition*, 49(48), 9242–9245. <https://doi.org/10.1002/anie.201004874>.
- Benrahma. (2015). *Degradasi zat warna metanil yellow*. 3(2).
- Budiyanto, L. (2020). Pelapisan Hydroxyapatite Pada Logam Titanium Material Sistem Gas Buang Mesin Diesel Generator. *Dinamika Bahari*, 1(1), 1–6. <https://doi.org/10.46484/db.v1i1.190>.
- Bunaciu, A. A., Udriștioiu, E. gabriela, & Aboul-Enein, H. Y. (2015). X-Ray Diffraction: Instrumentation and Applications. *Critical Reviews in Analytical Chemistry*, 45(4), 289–299. <https://doi.org/10.1080/10408347.2014.949616>.

- Busono, P., Febryarto, R., & Mayantasasi, M. (2018). Rancang Bangun Potentiostat Ekonomis Berbasis Mikrokontroler untuk Aplikasi Sensor Elektrokimia. *Prosiding Semnastek*, 1–7.
- Cahyotomo, A., Panglipur, H. S., Tirta, A. P., Hayat, M., & Madiabu, M. J. (2022). Deteksi Metil Paraben secara Voltametri Menggunakan Elektrode Pasta Karbon. *Warta Akab*, 46(1), 16–20. <https://doi.org/10.55075/wa.v46i1.79>
- Chen, L., Xu, J., & Chen, J. (2015). Applications of scanning electron microscopy in earth sciences. *Science China Earth Sciences*, 58(10), 1768–1778. <https://doi.org/10.1007/s11430-015-5172-9>.
- Choirunnisak, O., Mulyono, A. E., Pradana, Y., & Nuryadi, R. (2021). Pengembangan Sensor Kapasitif Berbasis Perubahan Fasa untuk Mengukur Kadar Air dalam Biodiesel Development of Phase Shift-Based Capacitive Sensors to Measure Water Content in Biodiesel. *Jurnal Inovasi Dan Teknologi Material*, 2(2), 31–37.
- Dedi Sunandar, Abdul Hafid Paronda, S. S. (2018). Analisa Stabilitas Temperatur Alumunium Pada Furnace. *Seminar Nasional Edusainstek*, 21–30.
- Dwioknain, E., Hardianti, H., Tahir, D., & Gareso, P. L. (2019). Pembuatan Prototype Dye Sensitized Solar Sel (DSSC) Menggunakan Antosianin Dari Dye Bunga Kenikir (*Cosmos Caudatus* L.) dan Bunga Zinnia (*Zinnia Peruviana*). *Jurnal Fisika Flux: Jurnal Ilmiah Fisika FMIPA Universitas Lambung Mangkurat*, 16(1), 1. <https://doi.org/10.20527/flux.v16i1.4967>.
- Eddy, D. R., Permana, M. D., Sakti, L. K., Sheha, G. M. N., Solihudin., Hidayat, S., Takey, T., Kumada, N., and Rahayu, I. (2023). Heterophase Polymorph of TiO₂ (Anatase, Rutile, Brookite, TiO₂ (B)) for Efficient Photocatalyst: Fabrication and Activity. *Jurnal Nanomaterials*, 13,704. <https://doi.org/10.3390/nano13040704>.
- Fakhrullah, F., Sugita, P., Khotib, M., Akiyoshi, T., & Takahashi, S. (2019). Komposit Polianilina/Kitosan/Perak Nanowires Sebagai Elektrokatalis Reaksi Evolusi Hidrogen dalam Medium Netral. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 15(2), 190. <https://doi.org/10.20961/alchemy.15.2.30460.190-202>.
- Fatimah, S., Ragadhita, R., Al Husaeni, D. F., & Nandiyanto, A. B. D. (2022). *How to Calculate Crystallite Size from X-Ray Diffraction (XRD) using Scherrer Method*. *ASEAN Journal of Science and Engineering*, 2(1), 65–76. <https://doi.org/10.17509/ajse.v2i1.37647>.
- Gel, S., Karim, S., & Subagiyo, A. (2016). Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi Sintesis dan Karakterisasi TiO₂ Terdoping Nitrogen (N-Doped TiO₂). *19(2)*, 63–67.
- Harahap, M. R. 2016. Sel Elektrokimia: Karakteristik dan Aplikasi. *jurnal Circuit*, Vol.2, No.1, Juli 2016 | 177.

- Harijono, A., Mufarrih, A., & Qosim, N. (2021). *Analysis of Titanium Grade 2 Surface Roughness on Turning Process. Jurnal Teknik Mesin*, 11(2), 101–106. <https://doi.org/10.21063/jtm.2021.v11.i2.101-106>.
- Hartanto, A., Haris, A., & Widodo, D. S. (2009). *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*. 13(2), 51–56. <https://scholar.archive.org/work/forwjldoafbenilgbyc4sxum2m/access/wayback/http://ejournal.undip.ac.id:80/index.php/ksa/article/viewFile/15913/11854>.
- Ifa, L., & Nurjannah, N. (2017). Ekstraksi Vanadium Pentaokasida (V₂O₅) Dari Katalis Bekas. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Iv, November*, 41.
- Kim, T., Choi, W., Shin, H. C., Choi, J. Y., Kim, J. M., Park, M. S., & Yoon, W. S. (2020). Applications of voltammetry in lithium ion battery research. *Journal of Electrochemical Science and Technology*, 11(1), 14–25. <https://doi.org/10.33961/jecst.2019.00619>.
- Liang, Y., Zhang, W., Wu, D., Ni, Q. Q., & Zhang, M. Q. (2018). Interface Engineering of Carbon-Based Nanocomposites for Advanced Electrochemical Energy Storage. *Advanced Materials Interfaces*, 5(14), 1–46. <https://doi.org/10.1002/admi.201800430>.
- Margareth, H. (2017). No Title. Methods of Teaching Arabic. *Ekonomika Regiona*, 32.
- Marta, Afghani Jayuska, and I. H. S. (2020). Indonesian Journal of Pure and Applied Chemistry. *Indo. J. Pure App. Chem.* 3 (3), Pp. 33-43, 2020, 3(3), 33–43.
- Mohammed, A., & Abdullah, A. (2018). Scanning Electron Microscopy (Sem): a Review. *Proceedings of 2018 International Conference on Hydraulics and Pneumatics - HERVEX*, 77–85.
- Perdana, M., Widodo, D. S., A, N. B., Prasetya. (2013). Fotoelektrokatalis Kromium (VI) Menjadi Kromium (III) Dengan Menggunakan Elektroda Timbal Dioksida (PbO₂). *Jurnal Chem Info*. 1 (1). 11-17.
- Power, A. C., Gorey, B., Chandra, S And Chapman, J. 2018. Carbon Nanomaterials And Their Application To Electrochemical Sensor: A Review. *Jurnal Nanotechnol* Vol 7 (1): 19-41.
- Putri, S, A. 2022. Hubungan Antara Religiusitas Nilai Nilai Islam dengan Kimia Dalam Materi Elektrokimia. *Jurnal Tadris Kimia IAIN Syekh Nurjati Cirebon* Volume 01, Issue 01 , 2022, pp. 12-21.
- Radestia Rahmah, D., Rohendi, D., Syarif, N., Rachmat, A., Sya'baniah, N. F., & Hawa Yulianti, D. (2021). Characterization of Electrode with Cu₂O-ZnO/C and Pt-Ru/C Catalyst for Electrochemical Reduction CO₂ to CH₃OH.

- Indonesian Journal of Fundamental and Applied Chemistry*, 6(1), 8–13.
<https://doi.org/10.24845/ijfac.v6.i1.08>.
- Roida, E. D., & Putri, N. P. (2020). Aplikasi Polianilin Sebagai Bahan Aktif Pendeteksi Alkohol. *Inovasi Fisika Indonesia*, 9(2), 152–162.
<https://doi.org/10.26740/ifi.v9n2.p152-162>.
- Section, P. T., & Hospital, G. S. (2013). Kim, Yujin, Gu, Jeongwan, Oh, Deokwon 1 2 3. *20(3)*, 36–44. Setyawan, H. P dan Suryani, O., 2024., Modified Titanium Oxide With Metal Doping As Photocatalyst In Photochemical Water Splitting., *Jurnal Sains Natural* 14 (2024) 01 – 12.
- Siregar, shinta M. (2017). Pengaruh Bahan Elektroda Terhadap Kelistrikan Belimbing Wuluh (Averrhoa Bilimbi) sebagai Solusi Energi Alternatif Ramah Lingkungan. *Jurnal Penelitian Pendidikan MIPA*, 2(1), 166–173.
- Sitorus, B., Suendo, V Dan Hidayat, F. (2011). Sintesis Polimer Konduktif Sebagai Bahan Baku Untuk Perangkat Penyimpan Energi Listrik. *Jurnal ELKHA* 3(1). 43-41.
- Sukanta. (2014). Osiloskop Dan Pembangkit Gelombang Virtual Berbasis Lab View Menggunakan Antarmuka Kartu Suara. *Widyanuklida*, 4(1), 19–31.
<http://jurnal.batan.go.id/index.php/widyanulkid/view2055>.
- Sulfani, A dan Setiarso, P. (2014). Modifikasi Elektroda Pasta Karbon Menggunakan Kitosan untuk Analisis Ion Cd²⁺ dengan Ion Pengganggu Mn²⁺ dan Ni²⁺ Secara Cyclic Stipping Voltammetry. *Unesa of Jurnal Chemistry* 3(3).
- Suratman, A., Buchari, B., Noviandri, I., & Gandasasmita, S. (2010). Study of Electropolymerization Processes of Pyrrole By Cyclic Voltammetric Technique. *Indonesian Journal of Chemistry*, 4(2), 117–124.
<https://doi.org/10.22146/ijc.21864>.
- Syarif, N., Rohendi, D., Haryati, S., & Dewi, C. K. S. (2019). The Effects of Grain Size, Oxidizers and Catalysts on Band Gap Energy of Gelam-Wood Carbon. *International Journal of Sustainable Transportation Technology*, 2(2), 63–70.
<https://doi.org/10.31427/ijstt.2019.2.2.5>.
- Syarif, N., Rohendi, D., Bizzy, I dan Mardianto. (2023). Penyuluhan Manfaat Pembuatan Manik Binchotan Kepala Masyarakat Desa. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*. 3(2). 199-207.
- Ural, N. (2021). The significance of scanning electron microscopy (SEM) analysis on the microstructure of improved clay: *An overview*. *Open Geosciences*, 13(1), 197–218. <https://doi.org/10.1515/geo-2020-0145>.

- Venkatesan, J., Jayakumar, R., Mohandas, A., Bhatnagar, I., & Kim, S. K. (2014). Antimicrobial activity of chitosan-carbon nanotube hydrogels. *Materials*, 7(5), 3946–3955. <https://doi.org/10.3390/ma7053946>.
- Warsidah, W. (2020). *Indonesian Journal of Pure and Applied Chemistry SINTESIS TiO₂ / Ti Dengan Teknik Anodisasi Dan Uji Aktivitas Fotokatalis Sebagai Antibakteri. Escherichia Coli Indonesian Journal Of Pure And Applied Chemistry. January 2019.*
- Wibawanto, R. H., & Darminto, D. (2012). Elektropolimerisasi Film Polianilin dengan Metode Galvanostatik dan Pengukuran Laju Pertumbuhannya. *Jurnal Fisika Dan Aplikasinya*, 8(1), 120104. <https://doi.org/10.12962/j24604682.v8i1.859>.
- widodo, D. S., Suyati, L., Gunawan and Haris, A. (2018). Decolorization Of Artificial Waste Remazol Black B Using Elektrogenated Reactive Spesies. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, 21 (1), 29-33.
- Yasin, A. P., Susila, A. B., & Hermawan, A. (2024). Modifikasi Elektroda Karbon Dengan N I F E O X Sebagai Platform Sensor Elektrokimia Untuk Pendeteksian. *Xii*, 241–246.