

## SINTESIS DAN KARAKTERISASI GRAPHENE OXIDE-NANOZEOLIT SEBAGAI ELEKTRODA KERJA DALAM SIKLIK VOLTAMETRI

### SYNTHESIS AND CHARACTERIZATION OF GRAPHENE OXIDE-NANOZEOLITE AS A WORK ELECTRODE BY CYCLIC VOLTAMMETRY

*Puput Erlita Putri dan Pirim Setiarso\**

Departement of Chemistry, Faculty of Matematics and Natural Sciences  
State University of Surabaya

Jl. Ketintang Surabaya (60231), telp 031-8298761

\*Corresponding author, email : [pirimsetiarso@unesa.ac.id](mailto:pirimsetiarso@unesa.ac.id)

**Abstrak.** Pada penelitian ini, *graphene oxide* disintesis menggunakan metode *improved hummer* sedangkan nanozeolit disintesis menggunakan metode *top down* dengan alat *ball mill* sebagai elektroda kerja untuk analisis asam salisilat secara siklik voltametri. *Graphene oxide* perlu dimodifikasi untuk meningkatkan sensitivitasnya terhadap analit sehingga elektroda kerja *graphene oxide* dimodifikasi dengan modifier yaitu nanozeolit. Komposit *graphene oxide-nanozeolit* dikarakterisasi menggunakan FTIR, XRD dan PSA. Faktor yang mempengaruhi hasil arus puncak dalam analisis secara siklik voltametri salah satunya adalah komposisi elektroda dan pH larutan. Arus puncak anodik pada elektroda kerja *graphene oxide-nanozeolit* memiliki nilai yang lebih tinggi dari pada elektroda kerja *graphene oxide* tanpa modifikasi, sehingga elektroda kerja *graphene oxide-nanozeolit* memiliki sensitivitas yang lebih baik dibandingkan dengan elektroda kerja *graphene oxide*. Pada penelitian ini, analisis asam salisilat menggunakan elektroda kerja *graphene oxide-nanozeolit* memiliki komposisi terbaik dengan perbandingan *graphene oxide:parafin:nanozeolit* yaitu 3:2:5 dan pH larutan optimum yaitu 2.

**Kata Kunci :** *graphene oxide*, nanozeolit, siklik voltametri.

**Abstract.** In this study, *graphene oxide* was synthesized using the *improved hummer method* while *nanozeolite* was synthesized using a *top down method* with a *ball mill*. *Graphene oxide* needs to be modified to increase its sensitivity to the analyte so that the *graphene oxide working electrode* is modified with a modifier, namely *nanozeolite*. *Graphene oxide-nanozeolite* composites were characterized using FTIR, XRD and PSA. One of the factors that influence the peak current results in a cyclic voltammetric analysis is the composition of the electrode and the pH of the solution. Anodic peak current on *graphene oxide-nanozeolite working electrode* has a higher value than *graphene oxide working electrode* without modification, so *graphene oxide-nanozeolite working electrode* has better sensitivity compared to *graphene oxide working electrode*. In this study, the analysis of salicylic acid using a *graphene oxide-nanozeolite working electrode* has the best composition with a ratio of *graphene oxide: paraffin: nanozeolite* which is 3: 2: 5 and the optimum pH of the solution is 2.

**Keywords:** *graphene oxide*, *nanozeolite*, , cyclic voltammetry.

## PENDAHULUAN

Voltametri merupakan salah satu metode elektroanalitik yang didasarkan pada proses reaksi oksidasi-reduksi pada permukaan elektroda [1]. Arus yang dihasilkan sebanding dengan konsentrasi spesi kimia di dalam larutan. Semua unsur yang dapat mengalami oksidasi-reduksi di permukaan elektroda dapat dianalisis secara voltametri [2]. Voltametri memiliki beberapa metode. Salah satu diantaranya adalah siklik voltametri. Siklik

voltametri adalah metode analisis elektrokimia yang didasarkan pada pengukuran nilai arus listrik sebagai fungsi aliran potensial yang diberikan secara bolak-balik (reduksi-oksidasi) pada sel elektrokimia [3]. Informasi yang dapat diperoleh dari teknik ini adalah: interpretasi reversibilitas reaksi, studi mekanisme reaksi dan; studi proses adsorpsi [1].

Seperangkat instrumen voltametri terdiri dari beberapa elektroda yaitu elektroda kerja,

elektroda pembanding dan elektroda pembantu. Dalam penelitian ini, elektroda yang akan dimodifikasi adalah elektroda kerja. Elektroda kerja yang sering digunakan selama ini antara lain karbon, platinum, emas, grafit, dan pasta karbon. Elektroda kerja dalam voltametri yang terbaru untuk saat ini adalah *graphene oxide*.

*Graphene oxide* merupakan salah satu alotrop karbon yang berbentuk lembaran. *Graphene oxide* memiliki nilai konduktivitas 5000 W/mK [4] dengan luas permukaan 2630 m<sup>2</sup>/g [5]. *Graphene oxide* meningkatkan konduktivitas listrik sebesar 550  $\Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$  dari *graphene* yang memiliki konduktivitas listrik sebesar 340  $\Omega^{-1} \text{ cm}^{-1}$  [6]. Hal ini menunjukkan bahwa material *Graphene oxide* merupakan material yang baik untuk pembuatan elektroda kerja pada voltametri. Namun, berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Lukmana dan Setiarso [7] bahwa *graphene oxide* mempunyai transfer elektron yang lambat sehingga perlu dilakukan modifikasi. Modifikasi dilakukan dengan mengompositkan *graphene oxide* dengan suatu material yang dapat membantu mempercepat proses transfer elektron ke permukaan elektroda. Material tersebut yaitu nanozeolit dimana zeolit mempunyai permukaan yang berongga.

Penelitian ini, elektroda *graphene oxide*-nanozeolit memiliki puncak oksidasi yang cukup tajam dibandingkan dengan elektroda *graphene oxide* saja. Hal ini menunjukkan bahwa elektroda *graphene oxide*-nanozeolit memiliki sensitivitas yang tinggi dalam proses analisis analit. Analit yang dianalisis adalah asam salisilat.

## METODE PENELITIAN

### Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi Alat gelas kaca, satu unit alat voltametri, neraca analitik, kabel tembaga, amplas, magnetic stirer, pH meter, termometer, sentifuge, oven, ultrasonik, *planetary ball milling*, instrumen XRD, instrumen PSA, instrumen FTIR dan instrumen HPLC. Bahan yang digunakan meliputi Grafit pensil *faber castel*, parafin, zeolit alam *bratachem*, larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> p.a, larutan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> 85%, padatan KMnO<sub>4</sub>, larutan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 30%, larutan HCL 37% p.a, HCl 1M, serbuk Zn, akuademineral, asam salisilat, etanol 96% p.a, NaOH 10 M, KCl 5000 ppm, serbuk asam sitrat dan natrium sitrat p.a.).

## PROSEDUR PENELITIAN

### 1. Pembuatan *graphene oxide* [7]

Pembuatan *graphene oxide* dari grafit menggunakan metode modifikasi *Improved Hummer*. Proses awal menimbang grafit dengan ukuran 300 mesh sebanyak 1 gram dan dimasukkan ke dalam gelas kimia. Grafit yang telah ditimbang dimasukkan pelarut asam sulfat p.a 97% dan asam fosfat p.a 85% dengan rasio 9:1 sebanyak 100 mL. Larutan diaduk dengan magnetic stirer pada suhu ruangan selama 6 jam. Serbuk kalium permanganat ditambahkan sebanyak 6 gram. Pada larutan tersebut diaduk dengan magnetic stirer selama 18 jam dengan suhu 50°C. Larutan yang semula berwarna hitam kehijauan berubah menjadi warna coklat tua dan kental. Campuran larutan ditambah dengan 1 mL hidrogen peroksida p.a. 30%. Larutan kembali diaduk dan ditambahkan aquademineral sebanyak 400 mL. Larutan diendapkan dan didekantasi. Endapan kemudian disentrifuge pada 400 rpm. Endapan dicuci berulang kali menggunakan aquademineral, HCl 1 M, serta etanol p.a. Untuk mengurangi konsentrasi asam, mengikat ion logam yang ada, dan mendehidrasi air yang ada di dalam grafit oksida. Lalu endapan dioven pada suhu 70°C selama 24 jam. Film grafit oksida yang terbentuk diambil 50g dan dihomogenisasi dengan aquademineral sebanyak 50 ml dengan alat ultrasonic bath menjadi lembaran *Graphene oxide*. Proses sonifikasi grafit oksida menjadi *Graphene oxide* dilakukan selama 120 menit. *Graphene oxide* direduksi dengan agen pereduksi serbuk logam Zn. Serbuk logam Zn ditimbang sebanyak 0,8 gram. Larutan *Graphene oxide* dimasukkan 10 ml HCl 37% p.a. sebagai pemberi suasana asam dan diaduk dengan magnetic stirer. Serbuk Zn yang telah ditimbang dimasukkan dan diaduk selama 30 menit. Ditambahkan 10 ml HCl 37% p.a. ke dalam larutan fasa endapan yang terbentuk setelah proses reduksi dicuci berulang kali dengan aquademineral untuk mengurangi konsentrasi asam serta etanol p.a untuk mendehidrasi sisa air. Endapan yang telah dicuci selanjutnya dioven pada suhu 100°C selama 24 jam.

## 2. Pembuatan nanozeolit metode *top down*

### a) Preparasi zeolit

Zeolit alam berwarna abu-abu yang berupa padatan dihaluskan dengan cara ditumbuk, kemudian diayak menggunakan ayakan 300 mesh. Hasil ayakan ditimbang sebanyak 20 gram yang selanjutnya dilakukan pencucian dengan menggunakan aquades, lalu distirer selama 2 jam. Setelah distirer, hasil tersebut didiamkan hingga zeolit mengendap dan dilakukan dekantasi. Zeolit yang telah dicuci dioven pada suhu 120°C untuk menghilangkan kandungan airnya.

### b) Aktivasi zeolit

#### 1) Aktivasi secara kimia

Aktivasi kimia dilakukan dengan dua cara. Hal ini mengacu pada penelitian Rofiansyah [8]. Pertama aktivasi secara asam, dilakukan dengan cara, 20 gram zeolit dimasukkan ke dalam gelas kimia 250 ml, kemudian ditambahkan dengan campuran aquademin dan larutan HCl 0,05 M dengan perbandingan zeolit:aquademin:HCl yaitu 1:4:2, lalu campuran tersebut distirer selama 1 jam pada suhu 50°C. Setelah itu, didekantasi untuk membuang pelarutnya. Zeolit dioven pada suhu 80°C hingga kering.

Aktivasi secara basa, dilakukan dengan cara, zeolit yang telah kering pada aktivasi asam dimasukkan ke dalam gelas kimia 250 mL, lalu ditambahkan dengan campuran aquademin dan larutan NaOH 0,05 M dengan perbandingan zeolit:aquademin:NaOH yaitu 1:4:2, lalu campuran tersebut distirer selama 1 jam pada suhu 50°C. Setelah itu, didekantasi untuk membuang pelarutnya. Zeolit dioven pada suhu 80°C hingga kering yaitu berwarna abu-abu.

#### 2) Aktivasi secara fisika

Proses aktivasi secara fisika untuk zeolit mengacu pada penelitian yang dilakukan oleh Setiawan [9]. Zeolit hasil aktivasi kimia, dikalsinasi pada suhu 600°C selama 3 jam.

### c) Proses pembuatan nanozeolit dengan metode *ball milling*

Zeolit hasil kalsinasi, sebanyak 10 gram dimasukkan ke alat ball milling, dilakukan proses ball milling selama 4 jam dengan kecepatan 500 rpm.

## 3. Pembuatan elektroda *graphene oxide* terkomposit nanozeolit

Menyiapkan kabel tembaga dengan panjang 15 cm, kemudian pada ujung bawah dikupas dengan panjang 1,5 cm. Kabel tembaga tersebut permukaannya digosok sampai halus, rata dan mengkilap. *Graphene oxide*, minyak parafin, dan nanozeolit dengan 4 variasi perbandingan persentase berat yaitu 3:2:5, 3:3:4, 3:4:3, dan 3:5:2 dan sebagai pembanding adalah parafin dan *graphene oxide* tanpa modifikasi dengan perbandingan 8:2. Masing-masing dimasukkan ke dalam gelas kimia 50 mL. Campuran tersebut diaduk hingga homogen kemudian dimasukkan ke badan elektroda secara manual dengan bantuan spatula sambil ditekan.

## 4. Penentuan komposisi terbaik

Elektroda dengan variasi komposisi yang telah dibuat secara bergantian dimasukkan ke dalam sel voltametri yang berisi 25 ml larutan campuran antara larutan asam salisilat 50 ppm, KCl 5000 ppm dengan pH 6, kemudian dilakukan pengukuran pada potensial -2 V sampai dengan 1 V. Voltamogram yang diperoleh dibandingkan untuk memperoleh komposisi elektroda *graphene oxide* terkomposit yang terbaik.

## 5. Penentuan pH optimum

Elektroda dengan komposisi terbaik dimasukkan ke dalam sel voltametri yang berisi 25 mL larutan campuran antara larutan asam salisilat 50 ppm, KCl 5000 ppm dengan variasi pH 5; 5,5; 6; 6,5; 7; 7,5; 8, kemudian dilakukan pengukuran pada potensial -2 V sampai dengan 1 V. Voltamogram yang diperoleh dibandingkan untuk mendapatkan kondisi pH optimum.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Sintesis *Graphene Oxide* dan Nanozeolit

Hasil sintesis *graphene oxide* dengan metode improve hummers yaitu padatan berwarna hitam setelah dicuci dengan aqua DM dan dikeringkan dalam oven, seperti ditunjukkan pada Gambar 1.





**Gambar 1.** Hasil sintesis *graphene oxide*

Sedangkan hasil sintesis nanozeolit dengan menggunakan alat *planetary ball milling* yaitu berupa serbuk halus berwarna abu-abu, seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



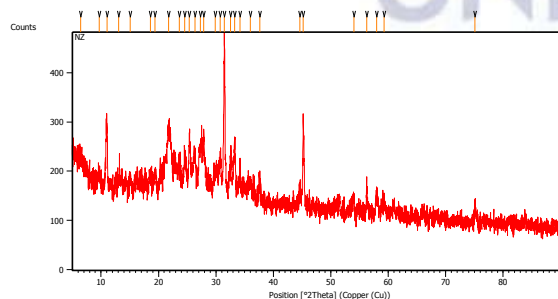
**Gambar 2.** Hasil sintesis nanozeolit menggunakan *planetary ball milling*

## 2. Karakterisasi *Graphene Oxide* dan Nanozeolit

Untuk mengetahui keberhasilan sintesis, maka dilakukan uji beberapa instrumen yaitu XRD, FTIR dan PSA.

### Hasil Uji XRD

Karakterisasi XRD digunakan untuk mengetahui sifat kristalinitas dari komposit *graphene oxide-nanozeolit*. Dengan menggunakan scanrange 5-90, yang dihasilkan grafik pada Gambar 3.

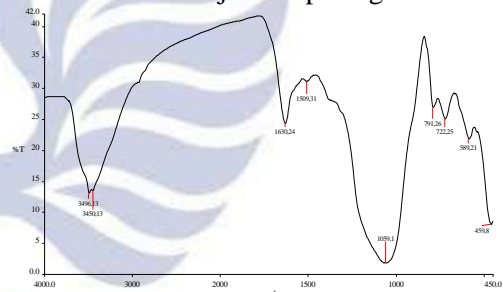


**Gambar 3.** Difraktogram komposit *graphene oxide-nanozeolit*

Berdasarkan hasil XRD, muncul beberapa puncak  $2\theta$  yang cukup tajam. Sudut  $2\theta$  yang muncul cukup tajam yaitu  $11,06^\circ$ ;  $21,75^\circ$ ;  $25,36^\circ$ ;  $27,90^\circ$ ;  $31,47^\circ$ ;  $33,26^\circ$  dan  $45,22^\circ$ . Dari beberapa sudut  $2\theta$  yang muncul dapat dianalisis bahwa pada sudut  $11,06^\circ$  merupakan sudut  $2\theta$  dari *graphene oxide*. Hal ini sesuai dengan penelitian Lukmana dan Setiarso, 2018, bahwa *graphene oxide* memiliki sudut  $2\theta$  yaitu  $11,21^\circ$ . Sedangkan sudut  $2\theta$  yang lain merupakan sudut  $2\theta$  yang dimiliki nanozeolit yaitu  $27,90^\circ$ ;  $31,47^\circ$ ; dan  $33,26^\circ$  yang merupakan puncak sudut  $2\theta$  dari zeolit faujasit. Hal ini didasarkan pada penelitian Juniansyah [10] yang menyebutkan bahwa puncak pada zeolit faujasit yaitu  $27^\circ$ ;  $30,5^\circ$ ;  $31,5^\circ$ ;  $33^\circ$  dan  $36,7^\circ$ . Hasil analisis menggunakan XRD sesuai dengan penelitian terdahulu, sehingga di dalam sampel yang dianalisis terdiri dari komposit antara *graphene oxide* dan nanozeolit dengan zeolit tipe faujasit.

### Hasil Uji FTIR

Instrumen FTIR yang berfungsi untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada komposit *graphene oxide-nanozeolit*. Hasil analisis FTIR ditunjukkan pada gambar 4.



**Gambar 4.** Spektra Komposit *graphene oxide-nanozeolit*

Berdasarkan hasil analisis FTIR, muncul beberapa bilangan gelombang yang diintrepetasikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Intrepetasi hasil FTIR komposisi *graphene oxide*-nanozeolit.

Intrepetasi	Bilangan geombang ( $\text{cm}^{-1}$ )	
	Referensi	Eksperimen
O-H	3485,49 [7]	3496,13
C=O	1658,84 [7]	1630,24
C-O alkoksi	1028 [7]	1059,1
Vibrasi ulur	1056,99	1059,1
-OSi-O	[12]	
-OAl-O		
Vibrasi ulur simetri	794,67 [12]	791,26
OSiO/OAlO		
Vibrasi tekuk internal	462,92 [12]	459,8
SiO/AlO		

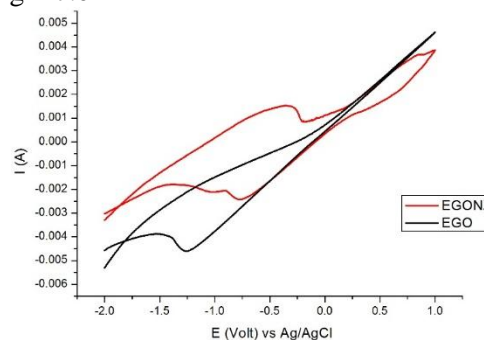
### Hasil Uji PSA

Instrumen PSA (*Particel Size Analyzer*) digunakan untuk mengetahui ukuran partikel pada komposit *graphene oxide*-nanozeolit. Berdasarkan hasil dari PSA bahwa zeolit hasil ball milling yang terdistribusi sebanyak 0,11% memiliki ukuran partikel sebesar 0,2  $\mu\text{m}$  atau 200 nanometer. Kemudian yang terdistribusi 10% memiliki ukuran partikel sebesar 6,08  $\mu\text{m}$ , terdistribusi 50% memiliki ukuran partikel sebesar 70,88  $\mu\text{m}$  dan yang terdistribusi 90% memiliki ukuran partikel sebesar 440,05  $\mu\text{m}$ . Untuk *graphene oxide* yang telah disintesis terdistribusi sebanyak 0,35% memiliki ukuran partikel 0,1  $\mu\text{m}$  atau 100 nanometer. Kemudian yang terdistribusi sebanyak 10% memiliki ukuran partikel sebesar 3,70  $\mu\text{m}$ , terdistribusi 50% memiliki ukuran partikel sebesar 25,48  $\mu\text{m}$  dan yang terdistribusi sebanyak 90% memiliki ukuran 49,04  $\mu\text{m}$ .

### Perbandingan EGO dengan EGONZ

Elektroda kerja *graphene oxide* (EGO) yang digunakan sebagai pembanding mempunyai komposisi 8:2 yang merupakan komposisi terbaik dari penelitian Lukmana dan Setiarso (2018). Penentuan perbandingan ini dilakukan dengan cara membuat elektroda *graphene oxide* (EGO) dengan komposisi 8:2, sedangkan elektroda *graphene oxide*:nanozeolit (EGONZ)

dengan komposisi 3:2:5. Dilakukan analisis secara siklik voltametri dengan hasil voltamogram yang telah diolah menggunakan origin 7.0

**Gambar 5.** Voltamogram asam salisilat 50 ppm, waktu deposisi 5 detik dan laju pindai 0,1 V/detik menggunakan elektroda kerja *graphene oxide* dan elektroda kerja *graphene oxide*-nanozeolit**Tabel 2.** Nilai Ipa dan Ipc EGO dan EGONZ

Elektroda	Ipa (A)	Ipc (A)
GO	-	-0,00456088
GONZ	0,00153747	-0,00240398

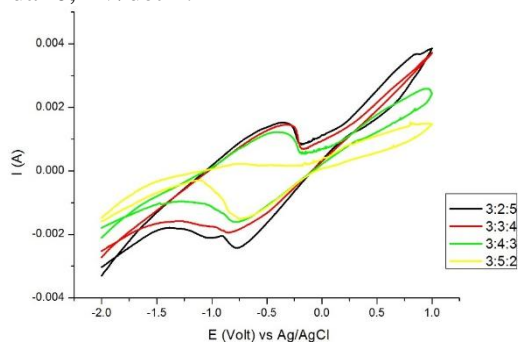
Elektroda yang baik adalah elektroda yang memiliki puncak arus yang signifikan (tajam) dan jelas. Berdasarkan gambar 5 dan tabel 2, GONZ memiliki puncak yang tajam baik pada puncak anodik maupun puncak katodik, sehingga elektroda GONZ mempunyai sensitivitas lebih tinggi dibandingkan dengan elektroda GO. Hal ini dikarenakan adanya modifikasi elektroda kerja yaitu dengan mengkompositkan antara *graphene oxide* dengan nanozeolit, adanya nanozeolit menyebabkan semakin besarnya daya adsorpsi sehingga transfer elektron ke permukaan elektroda lebih cepat. Oleh karena itu, elektroda kerja *graphene oxide*-nanozeolit memiliki sensitivitas lebih tinggi dibanding dengan elektroda kerja *graphene oxide* tanpa modifikasi.

### Penentuan Komposisi Terbaik Elektroda

Untuk menentukan komposisi terbaik dari elektroda dilakukan dengan cara membuat beberapa variasi komposisi dari elektroda yang terdiri dari *graphene oxide*: minyak parafin: nanozeolit. Variasi tersebut adalah 3:2:5; 3:3:4; 3:4:3 dan 3:5:2. Komposisi terbaik elektroda

diperoleh dengan cara membandingkan voltamogram yang dihasilkan dari beberapa variasi komposisi. Elektroda terbaik memiliki puncak arus oksidasi dan puncak arus reduksi tertinggi.

Pengukuran asam salisilat pada pH 2 dengan konsentrasi 50 ppm dilakukan pada rentang beda potensial -2 hingga 1 volt dengan laju pindai 0,1 V/detik.



**Gambar 6.** Voltamogram asam salisilat 50 ppm dengan pH 2, waktu deposisi 5 detik dan laju pindai 0,1 V/detik dengan variasi komposisi elektroda kerja *graphene oxide*-nanozeolit.

**Tabel 3.** Nilai Ipa dan Ipc berdasarkan variasi komposisi elektroda GONZ

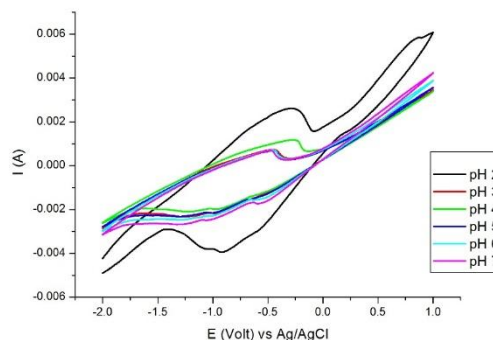
Variasi komposisi	Ipa (A)	Ipc (A)
3:2:5	0,00152392	-0,00241966
3:3:4	0,00139467	-0,00194699
3:4:3	0,00122018	-0,00160976
3:5:2	-	-0,00150276

Berdasarkan hasil penelitian, nilai Ipa dan Ipc dari masing-masing komposisi elektroda mengalami peningkatan sesuai dengan banyaknya nanozeolit yang ditambahkan. Peningkatan ini sesuai dengan sifat bahan yang digunakan dalam pembuatan elektroda, *graphene oxide* adalah konduktor, minyak parafin adalah isolator dan nanozeolit adalah adsorben yang membantu proses transfer elektron ke permukaan elektroda, sehingga semakin banyak komposisi nanozeolit dalam elektroda, maka semakin baik hasilnya.

### Penentuan pH Optimum

Adanya penjagaan pH analit dapat menghasilkan puncak arus yang baik saat pengukuran berlangsung, oleh karena itu perlu penggunaan larutan buffer sitrat dalam menjaga pH analit.

Pengukuran dilakukan dengan cara mengisi sel voltametri dengan 10 mL larutan asam salisilat 50 ppm, 10 mL larutan KCl 5000 ppm dan 5 mL larutan buffer sitrat 2; 3; 4; 5; 6 dan 7 secara bergantian. Saat pengukuran diterapkan beda potensial -2 sampai 1 Volt, waktu deposisi 5 detik dan laju pindai 0,1 V/detik. Data yang diperoleh dari pengukuran siklik voltametri diolah menggunakan originpro 7.0, didapatkan voltamogram.



**Gambar 7.** Voltamogram asam salisilat 50 ppm pada waktu deposisi 5 detik, laju pindai 0,1 V/detik dengan variasi pH.

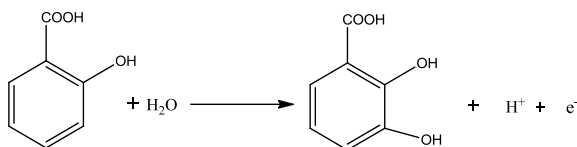
**Tabel 4.** Nilai Ipa dan Ipc berdasarkan variasi pH

Variasi pH	Ipa (A)	Ipc (A)
2	0,00261789026	-0,00394602545
3	7,50542632 x 10 <sup>-4</sup>	-0,00146272432
4	0,00117843431	-0,00133953184
5	6,75686876 x 10 <sup>-4</sup>	-0,00150422074
6	7,18172575 x 10 <sup>-4</sup>	-0,00154442039
7	6,54444027 x 10 <sup>-4</sup>	-0,00173763807

Berdasarkan nilai Ipa dan Ipc yang dihasilkan, pH 2 memiliki nilai Ipa dan nilai Ipc tertinggi dibanding pH yang lain. Hal ini dikarenakan pada pH tersebut asam salisilat mengalami oksidasi dan reduksi paling baik, sehingga pH 2 merupakan pH optimum dalam analisis asam salisilat secara siklik voltametri.

Reaksi oksidasi asam salisilat ditunjukkan pada Gambar 8.





**Gambar 8.** Reaksi oksidasi asam salisilat

### SIMPULAN

Berdasarkan data yang telah dihasilkan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Komposisi terbaik elektroda kerja *graphene oxide*-nanozeolit adalah 3:2:5 dengan komposisi *graphene oxide*: minyak parafin: nanozeolit.
2. pH optimum untuk elektroda kerja *graphene oxide*-nanozeolit dalam analisis asam salisilat adalah pH 2.

### DAFTAR PUSTAKA

1. Wang, J. 2000. *Analytical Electrochemistry*. New York: VCH Publisher.
2. Saryati dan Siti Wardiyati. 2007. *Aplikasi Voltametri untuk Penentuan Logam Berat dalam Bahan Lingkungan*. Tangerang: Pusat Teknologi Industri Nuklir.
3. Gosser, D.K. 1993. *Cyclic Voltammetry : Simulation Analysis of Reaction Mechanism*. Wiley-VCH Inc. New York. 1-154
4. A.A. Balandin, S. Ghosh, W.Z. Bao, I. Calizo, D. Teweldebrhan, F. Miao, C.N. Lau. 2008. Superior Thermal Conductivity of Single-Layer Graphene. *Nano. Lett.* 8 902-907.
5. Stoller, Marshall L. Urinary Stone Disease dalam Smith's General Urology. Edisi ke-17. USA: McGraw-Hill; 2008. hlm. 254- 7.
6. Novoselov K.S,D. Jiang,F. Schedin, T.J. Booth, V. V. Khotkevich, S. V. Morozov, and A.K.Geim. 2005. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United State of Amarica102,10451.
7. Lukmana, Kuminingsih May dan Setiarso, Pirim. 2018. *Pembuatan Elektroda Graphene Oxide Untuk Analisis Parasetamol Secara Siklik Voltametri*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. UNESA. Surabaya.
8. Rofiansyah, Ardi. Setiarso, Pirim. 2016. *Penggunaan Zeolit sebagai Modifier*

*Elektroda Pasta Karbon untuk Analisis Cd(II) secara Cyclic Stripping Voltammetry. Skripsi*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.

9. Setiawan, Yogo, Mahatmanti, W dan Harjono. 2018. Preparasi dan Karakterisasi Nanozeolit dari Zeolit Alam Gunung Kidul dengan Metode Top Down. *Indonesian journal of chemical science* 7 (1).
10. Juniansyah, Riki, Dede Suhendar dan Eko Prabowo Hadisantoso. 2017. Studi Transformasi Zeolit Alam Asal Sukabumi Dengan Menggunakan Air Zamzam Sebagai Sumber Akuades. UIN Sunan Gunung Jati, Bandung. Vol. 4, No. 1 (23-30)
11. Rizvi, S.A.A, Saleh, A.M. 2017. Application of Nanoparticle Systems in Drug Delivery Technology. *Saudia Pharmaceutical Journal*. <https://doi.org/10.1016/j.jsps.2017.10.012>
12. Faisal, Marwan, Suhartana Dan Pardoyo. 2015. Zeolit Alam Termodifikasi Logam Fe Sebagai Adsorben Fosfat ( $PO_4^{3-}$ ) Pada Air Limbah. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi* 13 (3: 91-95).