

PEMBUATAN ELEKTRODA PASTA KARBON TERMODIFIKASI BENTONIT UNTUK ANALISIS KADMIUM (II) DENGAN ION PENGANGGU ALUMINIUM (III) DAN TEMBAGA (II) SECARA VOLTAMETRI

MANUFACTURE OF BENTONITE MODIFIED CARBON PASTE ELECTRODE FOR THE ANALYSIS OF CADMIUM (II) ION DISRUPTOR WITH ALUMINUM (III) AND COPPER (II) IN VOLTAMMETRY

Ayu Suliana* dan Pirim Setiarso

*Jurusan Kimia FMIPA, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Negeri Surabaya, Jl. Ketintang, Surabaya, 60231
e-mail: ayusuliana@yahoo.co.id*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perbandingan komposisi karbon, parafin, bentonit yang terbaik, menentukan kondisi pH optimum dan menentukan pengaruh ion logam Al(III) dan Cu(II) terhadap selektivitas elektroda pasta karbon termodifikasi bentonit pada analisis Cd(II). Elektroda pasta karbon termodifikasi bentonit (EPKB) yaitu dibuat dari sejumlah komposisi tertentu yaitu karbon, parafin, dan bentonit yang dicampurkan hingga menjadi pasta, digunakan perbandingan masing-masing 4:4:2, 3:4:3, 2:4:4, dan 1:4:5. Hasil penelitian menunjukkan bahwa EPKB terbaik adalah perbandingan 1:4:5 dengan dihasilkan puncak yang cukup baik, hal ini ditunjukkan dengan nilai regresi linier sebesar 0,97954. Setelah diperoleh elektroda pasta karbon dengan variasi komposisi yang terbaik, dilakukan pengukuran untuk mengetahui kondisi pH optimum, yaitu dengan penambahan larutan buffer sitrat pH 3, 4, 5, dan 6. Kondisi pH optimum yang diperoleh dari pengukuran Cd(II) dengan larutan buffer sitrat adalah pH 6. Interferensi dari logam pengganggu Cu(II) dan Al(III) mempengaruhi arus puncak Cd(II), arus puncak menurun setelah ditambahkan logam pengganggu.

Kata Kunci: Elektroda pasta karbon termodifikasi bentonit, Kadmium (II), Ion pengganggu, Voltametri

Abstract. This research aims to know the influence of carbon composition comparison, paraffin, bentonite, determining the best conditions of pH and determine the influence of optimum metal ion Al (III) and Cu (II) against a carbon paste electrode selectivity of bentonite modified on Cd (II) analysis. Modified carbon paste electrodes bentonite (EPKB) which is made up of a number of specified composition which are carbon, bentonite, and paraffin together into a paste, used a comparison of each of the 4: 4: 2, 3: 4: 3, 2: 4: 4, and 1: 4: 5. The results showed that the best EPKB is the ratio 1: 4: 5 with obtained right peak, this is indicated by the value of the linear regression of 0,97954. After the carbon paste electrode obtained by variations of the best compositions, performed measurements to determine the optimum pH conditions, i.e. with the addition of citrate buffer solution pH of 3, 4, 5, and 6. The optimum pH conditions obtained from the measurement of Cd (II) citrate buffer solution with pH was 6. Interference from metal disruptor Cu(II) and Al(III) influence the peak current of Cd(II) descend after added metal disruptor.

Keywords: Bentonitemodifiedcarbon paste electrode, Cadmium (II), Ion disruptor, Voltammetry

PENDAHULUAN

Beberapa metode telah digunakan untuk menganalisis kadar logam berat di dalam lingkungan perairan yaitu menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS), metode ICP-AES (*Inductively Coupled Plasma Atomic Emission Spectrophotometry*) dan voltametria [1]. Dalam memilih metode yang akan digunakan dalam analisis ion tertentu perlu dipertimbangkan beberapa faktor,

diantaranya ketersediaan peralatan, batas deteksi, waktu yang diperlukan, selektivitas, dan penyediaan sampel yang akan dianalisis. Metode voltametri mempunyai keunggulan dari beberapa metode lain, diantaranya memiliki sensitivitas yang tinggi, limit deteksi rendah pada skala ppb, penggunaan mudah dan preparasi sampel yang mudah [2].

Penggunaan metode voltametri membutuhkan suatu elektroda untuk proses kerjanya, elektroda

yang ada selama ini yaitu menggunakan raksa sebagai elektroda. Akan tetapi karena sifat raksa yang sangat toksik, penggunaan elektroda raksa untuk pengukuran di lapangan sangat tidak dianjurkan. Oleh karena itu diperlukan elektroda alternatif sebagai pengganti elektroda raksa yang memiliki kinerja yang baik dan lebih ramah lingkungan yaitu dengan menggunakan elektroda pasta karbon (EPK). Dalam voltametri terdapat faktor-faktor yang mempengaruhi kondisi pengukuran antara lain kondisi optimum pH, potensial deposisi, waktu deposisi dan elektrolit pendukung [3].

Elektroda pasta karbon dapat dimodifikasi dengan mencampurkan modifier sebagai salah satu bahan elektroda maupun dengan melapisi permukaan elektroda dengan film tipis dari modifier. Modifier yang dapat ditambahkan ke dalam EPK antara lain silika, lignin, zeolit, bentonit dan serbuk kayu.

Berdasarkan penelitian Apriliani (2009) komposisi perbandingan elektroda pasta karbon termodifikasi kurkumin yang dicobakan yaitu tiga variasi perbandingan komposisi. Komposisi perbandingannya adalah 3:4:3, 3:3:4, dan 3:2:5 (grafit, minyak paraffin, kurkumin). Pada penelitian tersebut yang dibuat tetap adalah variasi perbandingan grafit dan dihasilkan elektroda terbaik dengan perbandingan 3:2:5 yaitu komposisi kurkumin yang besar. Oleh karena itu peneliti ingin menggunakan variasi perbandingan komposisi dari elektroda pasta karbon termodifikasi bentonit (EPKB) yaitu karbon, minyak paraffin dan bentonit dengan perbandingan 4:4:2, 3:4:3, 2:4:4, 1:4:5. Dengan komposisi minyak paraffin yang dibuat tetap dan komposisi karbon serta bentonit dibuat bervariasi.

Pada penelitian ini elektroda pasta karbon akan dimodifikasi dengan bentonit (EPKB), penggunaan bentonit sebagai modifier elektroda pasta karbon dikarenakan bentonit memiliki lapisan silikat bermuatan negatif dengan kation-kation di dalam antar lapisnya (*interlayer*) yang mampu mengikat logam yang bermuatan positif dan memiliki kemampuan mengembang (*swellability*), sifat penukar ion, luas permukaan yang besar serta mengakomodasi ion-ion atau molekul terhidrat dengan ukuran tertentu [4].

Elektroda semacam ini diharapkan dapat diterapkan untuk menganalisis limbah. Indonesia merupakan Negara yang mengalami kemajuan

cukup pesat dibidang industri. Peningkatan bidang industri selalu diikuti oleh penambahan jumlah limbah, baik limbah cair, gas maupun padat. Adanya limbah hasil industri menyebabkan pencemaran lingkungan yang menjadikan penurunan kualitas dari lingkungan secara tidak langsung dapat menimbulkan bahaya bagi kehidupan manusia.

Pada penelitian ini logam yang dianalisis adalah kadmium, karena kadmium sebagai salah satu logam berat non esensial yang bersifat toksik lebih mudah terakumulasi di lingkungan perairan dan seringkali ditemukan terakumulasi pada makhluk hidup dibandingkan dengan logam berat lainnya. Berdasarkan Peraturan Pemerintah No 82 tahun 2001, standar baku air terhadap logam berat kadmium adalah 0,01 mg/l. Kadmium masuk ke dalam tubuh manusia terjadi melalui makanan dan minuman yang terkontaminasi.

Selektivitas dari elektroda pasta karbon termodifikasi bentonit dapat diuji dengan adanya penambahan logam atau ion-ion pengganggu yang akan berpengaruh terhadap analisis logam. Dalam penelitian ini selektivitas dari pasta karbon termodifikasi bentonit akan diganggu oleh logam aluminium (III) dan tembaga (II) karena kedua logam pengganggu ini berada disebelah kanan dan kirinya logam yang dianalisis pada deret volta. Konsentrasi kadmium, ion pengganggu Al(III) dan Cu(II) yang digunakan adalah 3 ppm, 4 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, 25 ppm, 30 ppm dan 35 ppm.

METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Kimia Analitik dan Laboratorium Instrumen Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya pada bulan Mei 2013 sampai selesai.

Alat

Instrument voltametri, elektroda platina, elektroda Ag/AgCl, pH meter, timbangan analit, oven, gunting, kaca arloji, kawat Cu, badan elektroda, gelas ukur 10 mL, gelas ukur 25 mL, gelas kimia 250 mL, gelas kimia 500 mL, sedotan air mineral, spatula, pipet tetes, penjepit buaya, pipet ukur 10 mL, labu ukur 100 mL, labu ukur 50 mL, amplas dan kain bludru

Bahan

Bahan-bahan yang di butuhkan adalah minyak paraffin, serbuk karbon, bentonit, H₂SO₄ 1

M, padatan $3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$, padatan $\text{Cu}_2\text{SO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, padatan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, padatan natrium sitrat, padatan asam sitrat, padatan KCl, kabel kawat tembaga, dan Aquades.

PROSEDUR PENELITIAN

Persiapan Larutan

Pertama yaitu dengan membuat larutan induk Cd(II) konsentrasinya 1000 ppm dengan cara melarutkan 0,68466 gram $3\text{CdSO}_4 \cdot 8\text{H}_2\text{O}$ dalam labu ukur 100 mL. Larutan 1000 ppm diencerkan menjadi 25 ppm, 20 ppm, 15 ppm, 10 ppm dan 5 ppm. Larutan induk Cu(II) dan Al(III) konsentrasi 1000 ppm yaitu dengan melarutkan 0,3929 gram $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dan 1,268 gram $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, keduanya diencerkan menjadi konsentrasi 35 ppm, 30 ppm, 25 ppm, 20 ppm, 15 ppm, 10 ppm, 5 ppm, 4 ppm dan 3 ppm. Larutan elektrolit KCl sebanyak 0,745 gram KCl dilarutkan dalam labu ukur 100 mL menghasilkan larutan KCl 0,1 M. Kemudian 50 mL larutan KCl 0,1 M diencerkan dalam labu ukur 100 mL menghasilkan larutan KCl 0,05 M.

Aktivasi Bentonit

Sebanyak 25 gram bentonit didispersikan dalam 150 ml larutan asam sulfat 1,5 M. Diaduk dengan pengaduk magnet selama 6 jam. Selanjutnya didiamkan selama 24 jam. Disaring dengan penyaring vakum kemudian dicuci dengan aquades panas sampai terbebas dari ion sulfat. Kemudian bentonit teraktivasi asam kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu $100\text{ }^\circ\text{C}$. Setelah kering digerus sampai halus dan diayak menggunakan ayakan ukuran 100 mesh[5].

Pembuatan EPK Termodifikasi Bentonit

Karbon, Parafin dan bentonit teraktivasi dengan perbandingan persentase berat masing-masing 1:4:5; 2:4:4; 3:4:3; dan 4:4:2 dalam kaca arloji. Campuran tersebut diaduk hingga homogen. Selanjutnya dimasukkan ke badan elektroda secara manual dengan spatula sambil ditekan $\pm 2\text{ mm}$. Menancapkan kawat Cu sampai kuat dan menggosok permukaan elektroda sampai halus, rata, dan mengkilap.

Pembuatan larutan buffer sitrat

Larutan A: 0,1 M larutan as sitrat (2,1 g dalam 100 mL). Larutan B : 0,1 M larutan Na sitrat (2,94 g $\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7\text{Na}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dalam 100 mL)[6].

Tabel 1. Komposisi Larutan Buffer Sitrat

pH	Larutan A (mL)	Larutan B (mL)
3	46,5	3,5
4	33,0	17
5	20,5	29,5
6	9,5	41,5

Penentuan Variasi Komposisi Terbaik EPK Bentonit

Elektroda pasta karbon termodifikasi bentonit (parafin : karbon : bentonit = 4:1:5; 4:2:4; 4:3:3; dan 4:4:2.) dimasukkan ke dalam sel voltametri yang berisi 25 mL larutan sampel dengan larutan KCl 0,05 M dengan konsentrasi 50 lebih besar dari larutan sampel dengan ditambahkan 5 mL larutan buffer sitrat. Kemudian dilakukan pengukuran arus pada potensial -1 V sampai 1 V. Hasil voltamogram dibandingkan untuk mendapatkan kondisi pH optimum.

Penentuan Kondisi pH Optimum

Elektroda pasta karbon termodifikasi bentonit dengan variasi komposisi terbaik dimasukkan ke dalam sel voltametri yang berisi 25 mL larutan sampel dengan ditambahkan larutan KCl 0,05 M dengan konsentrasi 50 lebih besar dari larutan sampel dengan ditambahkan 5 mL larutan buffer sitrat dengan variasi pH 3, 4, 5, dan 6. Kemudian dilakukan pengukuran arus pada potensial -1 V sampai 1 V.

Teknik Analisis Data

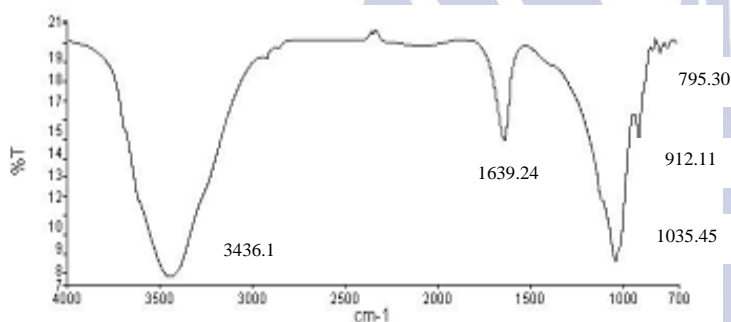
Data voltamogram merupakan hasil dari pengukuran logam, yaitu kurva antara potensial yang diterapkan terhadap arus puncak. Potensial puncak menunjukkan jenis reaksi yang terjadi (kualitatif) dan arus menentukan jumlah bahan yang bereaksi (kuantitatif). Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif kuantitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

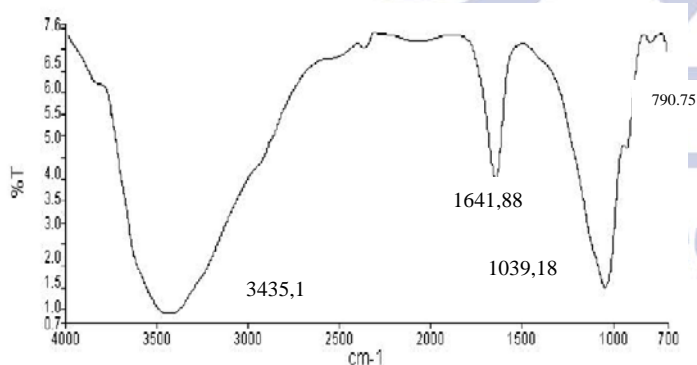
Data hasil penelitian proses pembuatan EPK bentonit dan tahap analisis meliputi pengaruh komposisi elektroda pasta karbon termodifikasi bentonit terhadap voltamogram Cd(II), penentuan kondisi optimum pH dan pengaruh penambahan logam lain dalam analisis Cd(II) menggunakan instrument Voltameter Metrom.

Pembuatan EPK Bentonit

EPKB yaitu dibuat dari sejumlah komposisi tertentu yaitu karbon, parafin, dan bentonit yang dicampurkan hingga menjadi pasta. Pasta biasanya memiliki kemampuan ekstraksi yang baik terhadap ion [7]. Penggunaan bentonit dalam penelitian ini sebelumnya diaktivasi terlebih dahulu dengan H_2SO_4 1,5 M. Aktivasi ini bertujuan untuk membuang senyawa-senyawa pengotor (melarutkan logam-logam) yang terikat pada bentonit, sehingga permukaan atau situs-situs aktif dari mineral yang mengisi ruang didalam struktur mineral lebih terbuka [5]. Setelah diaktivasi, bentonit dikeringkan di dalam oven dan diayak dengan ayakan 100 Mesh, dan untuk memastikan bahwa senyawa-senyawa pengotor yang terikat pada bentonit larut, dilakukan uji dengan alat instrument FT-IR pada bilangan gelombang 4000-700 cm^{-1} . Berikut ini merupakan spektra hasil aktivasi bentonit:



Gambar 1. Spektra Bentonit Non-aktivasi



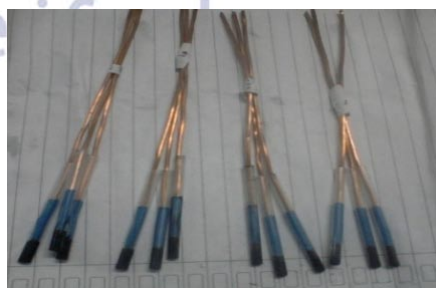
Gambar 2. Spektra Bentonit Teraktivasi

Tabel 2. Gugus-Gugus Fungsional Bentonit Teraktivasi dan non-aktivasi

No	Panjang gelombang (cm^{-1})	Gugus Fungsional
1	Non-aktivasi : 3436,1 Teraktivasi : 3435,1	Vibrasi ulur -OH dari Si-OH dan H_2O
2	Non-aktivasi : 1639,24 Teraktivasi : 1641,88	Montmorillonit
3	Non-aktivasi : 1035,4 Teraktivasi : 1039,18	Renggangan asimetris Si-O-Si
4	Non-aktivasi : 912,11	Regangan C-H
5	Non-aktivasi : 795,30 Teraktivasi : 790,75	Karakteristik SiO_2

Pada tabel 2 terlihat perbedaan puncak gugus fungsional pada bentonit non-aktivasi dan bentonit teraktivasi, seperti yang terlihat pada puncak 912,11 cm^{-1} yang terdapat pada bentonit non-aktivasi tetapi tidak terdapat pada bentonit teraktivasi. Dalam literatur dijelaskan bahwa pada interpretasi 850-950 cm^{-1} merupakan regangan dari C-H yang mana diketahui bahwa regangan tersebut berasal dari senyawa organik. Hilangnya pengotor organik ini disebabkan oleh pemurnian dan pemanasan pada proses aktivasi. Sehingga secara fisiknya bentonit tersebut menjadi aktif, sedangkan mineral khas dari bentonit yaitu mineral montmorillonit tetap dipertahankan.

Pembuatan EPKB pada penelitian ini digunakan perbandingan variasi komposisi karbon, minyak parafin, dan bentonit teraktivasi masing-masing 4:4:2, 3:4:3, 2:4:4, dan 1:4:5 diaduk sampai homogen. Selanjutnya yaitu variasi komposisi perbandingan tersebut dimasukkan ke dalam badan elektroda secara manual dengan spatula sambil ditekan agar padat dan merata.



Gambar 4. Elektroda Pasta Karbon Termodifikasi Bentonit

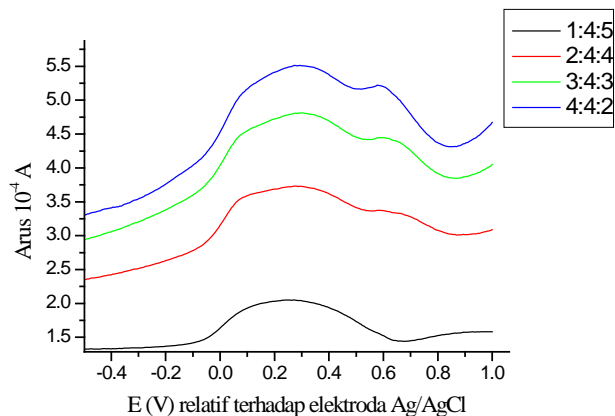
Tahap Analisis

1. Pengaruh Komposisi Elektroda Pasta Karbon Termodifikasi Bentonit Terhadap Voltamogram Cd(II)

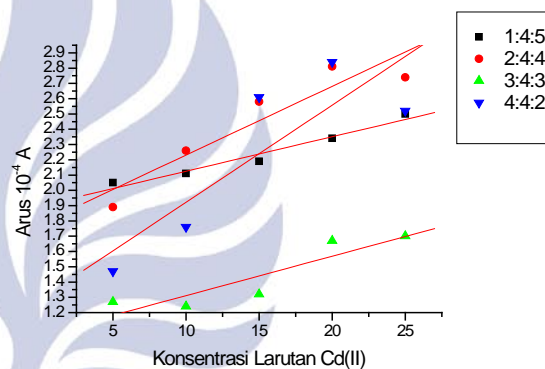
Penentuan EPKB terbaik untuk pengukuran Cd(II) dengan konsentrasi 5 ppm, yaitu diukur secara DPV (diferensial pulsa voltametri) dengan elektroda kerja EPKB dengan perbandingan variasi komposisi karbon, paraffin, dan bentonit masing-masing sebesar 1:4:5, 2:4:4, 3:4:3 dan 4:4:2 dan. Perlakuan pertama yaitu sebanyak 25 mL larutan Cd(II) konsentrasi 5 ppm ditambahkan 5 mL larutan buffer sitrat pH 4 dan larutan KCl 0,05 M dengan konsentrasi 50-100 kali lebih besar dari larutan sampel. Dan untuk pengukuran larutan Cd(II) konsentrasi 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm dan 25 ppm perlakuannya sama seperti larutan Cd(II) 5 ppm.

Larutan KCl merupakan larutan elektrolit pendukung yang berfungsi untuk mengurangi gaya tarik menarik elektrostatis antara muatan elektroda dengan muatan ion-ion analit dan untuk mempertahankan kekutan ion. Larutan elektrolit pendukung terbuat dari bahan dengan tingkat kemurnian yang tinggi dan memiliki sifat inert agar tidak memberikan potensial akibat reaksi redoks [8]. Larutan buffer dapat mempengaruhi arus puncak pada saat pengukuran. Diharapkan pada kondisi pH yang tepat dapat dihasilkan tinggi arus puncak yang maksimum [3].

Pengukuran Cd(II) dilakukan pada *equilibration time* (s) : 5.000, *start potential* (V) : -1.000, *end potential* (V) : 1.000, *voltage step* (V) : 0.006, *voltage step time* (s) : 0.400, *sweep rate* (V/s) : 0.015, *pulse amplitude* (V) : 0.050, *pulse time* (s) : 0.040. Sehingga dihasilkan grafik antara potensial (V) dan arus (A) dari larutan standar Cd(II) dengan konsentrasi 5 ppm dengan EPKB dengan perbandingan 1:4:5, 2:4:4, 3:4:3 dan 4:4:2 dan voltamogram hasil pengukuran Cd(II) konsentrasi 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm dan 25 ppm dengan EPKB perbandingan 1:4:5, 2:4:4, 3:4:3 dan 4:4:2 ditunjukkan dengan kurva pada gambar 5.



Gambar 5. Voltamogram pengukuran Cd(II) konsentrasi 5 ppm dalam buffer sitrat pH 4 dengan EPKB perbandingan 1:4:5 (karbon : paraffin : bentonit (aktivasi))



Gambar 6. Kurva EPKB perbandingan 1:4:5, 2:4:4, 3:4:3 dan 4:4:2

Tabel 3. Variasi perbandingan EPKB dengan nilai regresi linier.

Variasi perbandingan EPKB	Nilai R ²
1:4:5	0.97954
2:4:4	0.934165
3:4:3	0.903624
4:4:3	0.850316

Berdasarkan gambar 5 EPKB dengan perbandingan 1:4:5 (karbon : paraffin : bentonit teraktivasi) menunjukkan respon arus puncak terhadap pengukuran logam Cd(II) pada daerah potensial sekitar 0.256 V relatif terhadap elektroda Ag/AgCl, dan larutan logam berada dalam buffer sitrat pH 4. Harga E⁰Cd(II) secara teori adalah -0,40 V vs Ag/AgCl. Perbedaan harga E⁰ timbal tersebut disebabkan karena pada pengukuran secara teori elektroda kerja yang digunakan berasal dari metal dan ion-ion

kadmium yang ada pada larutan akan cenderung meninggalkan larutan dan menempel pada lempengan metal [9]. Presentase berat bentonit dalam perbandingan total komposisi elektroda pasta karbon termodifikasi mempengaruhi voltamogram hasil pengukuran Cd(II). Hal ini ditunjukkan dengan membandingkan voltamogram hasil pengukuran voltamogram Cd(II) menggunakan EPKB dengan komposisi karbon, parafin, dan bentonit teraktivasi dengan perbandingan persentase berat masing-masing sebesar 1:4:5, 2:4:4, 3:4:3, dan 4:4:2.

EPKB dengan perbandingan 1:4:5 (karbon : paraffin :bentonit) menunjukkan bahwa puncak yang dihasilkan cukup baik pada pengukuran Cd(II) untuk semua konsentrasi dibandingkan dengan perbandingan EPKB yang lainnya. Hal ini dikarenakan jumlah dari bentonitnya lebih banyak dibanding dengan perbandingan EPKB yang lainnya. EPKB dengan Perbandingan 2:4:4, terdapat dua puncak yang berdekatan antara satu dan yang lainnya. Pada perbandingan 3:4:3 dan 2:4:4 terdapat 3 puncak yang tidak beraturan. Hal ini dikarenakan pada kedua (3:4:3 dan 2:4:4) perbandingan tersebut presentase dari karbon lebih banyak daripada zat modifikasinya atau bentonit oleh karena itu kemampuan EPKB dalam mengalisis logam Cd(II) akan berkurang.

EPKB dikatakan terbaik jika EPKB tersebut dapat memberikan sensitivitas tinggi terhadap logam yang dianalisisnya yaitu dengan ditunjukkan dengan harga linieritas (R^2) yang tinggi, sehingga dibuat kurva antara konsentrasi (ppm) dan kuat arus maksimum (A) dari masing-masing perbandingan EPKB teraktivasi seperti yang terlihat pada gambar 6. Berdasarkan kurva tersebut EPKB teraktivasi perbandingan 1:4:5 memiliki nilai regresi lini yang paling tinggi yaitu 0.97954. Oleh karena itu EPKB dengan perbandingan 1:4:5 merupakan elektroda terbaik dengan sensitivitas yang tinggi untuk analisis Cd(II) dalam berbagai konsentrasi secara DPV dan akan digunakan untuk langkah pengukuran selanjutnya.

2. Penentuan Kondisi Optimum pH

Pengukuran Cd(II) juga dipengaruhi dengan kondisi pH hal ini berpengaruh terhadap

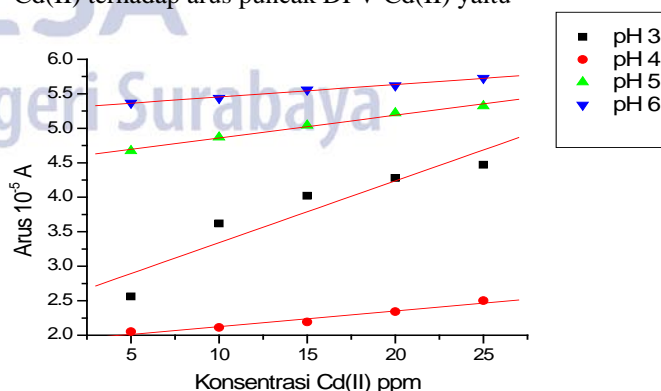
penyerapan Cd(II) dengan zat modifier (bentonit). Pada kondisi pH yang tepat diharapkan diperoleh arus puncak yang maksimum pada saat pengukuran Cd(II) dengan berbagai konsentrasi. Untuk menentukan penentuan pH optimum, dilakukan pengukuran potensial (V) dan arus (A) larutan Cd(II) 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, dan 25 ppm dengan penambahan larutan buffer sitrat pH 3, 4, 5, dan 6 dengan menggunakan EPKB perbandingan terbaik (1:4:5) secara diferensial pulsa voltametri.

Pengaruh pH ditunjukkan dengan membandingkan voltamogram hasil pengukuran larutan Cd(II) dengan kondisi pH yang divariasi. Dalam penelitian ini digunakan buffer sitrat dengan variasi pH 3, 4, 5, dan 6. Penentuan pH optimum ditunjukkan dengan arus puncak tertinggi pada voltamogram. Dibawah ini merupakan tabel arus maksimum yang dihasilkan dari variasi pH dengan menggunakan larutan buffer sitrat yaitu:

Tabel 4. Arus Pengukuran Larutan Standar dengan Variasi pH

Konsentrasi Cd(II) ppm	Arus (10^{-4} A)			
	pH 3	pH 4	pH 5	pH 6
5	2,56	2,05	4,67	5,37
10	3,62	2,11	4,87	5,44
15	4,02	2,19	5,04	5,56
20	4,28	2,34	5,22	5,62
25	4,47	2,50	5,32	5,73

Dari tabel diatas dapat dibuat kurva konsentrasi Cd(II) terhadap arus puncak DPV Cd(II) yaitu



Gambar 7. Kurva EPK bentonit 1:4:5 dengan variasi pH

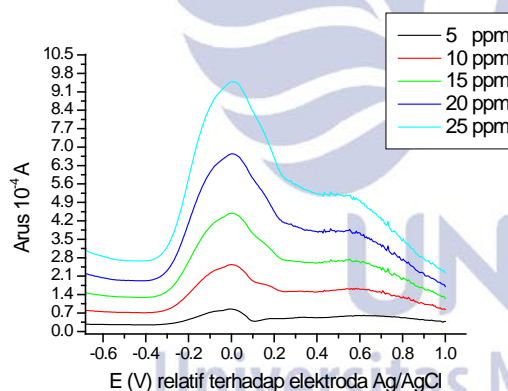
Tabel 5. Persamaan Regresi linier dengan

pH	Persamaan Regresi Linier	Nilai R ²
3	$Y = 8,960.10^{-6}x + 2,446.10^{-4}$	0,93471
4	$Y = 2,260.10^{-6}x + 1,899.10^{-4}$	0,97954
5	$Y = 3,300.10^{-6}x + 4,529.10^{-4}$	0,99441
6	$Y = 1,800.10^{-6}x + 5,274.10^{-4}$	0,99558

Variasi pH

Berdasarkan tabel 5. menunjukkan bahwa berdasarkan nilai R² untuk pH 6 menghasilkan arus puncak yang lebih tinggi dibandingkan dengan kondisi pH larutan analit pada pH 3, 4, dan 5. Hal ini disebabkan karena pada pH tersebut kondisi larutan analit terlalu asam, yaitu dengan jumlah proton (H⁺) dalam larutan yang lebih banyak menyebabkan struktur bentonit lebih dominan mengikat proton (H⁺) dibandingkan Cd²⁺. Pada pH 6 memiliki tinggi arus puncak optimum karena pada kondisi pH tersebut kadmium berada dalam bentuk ion bebasnya dalam jumlah yang banyak, sehingga banyak ion Cd²⁺ yang terserap pada permukaan elektroda dan berikatan dengan bentonit.

3. Elektroda Pasta Karbon Termodifikasi Bentonit (non-aktivasi) sebagai Kontrol



Gambar 8. Voltamogram pengukuran Cd(II) dalam pH 6 dengan EPKB perbandingan 1:4:5 (karbon : paraffin : bentonit tanpa non-aktivasi).

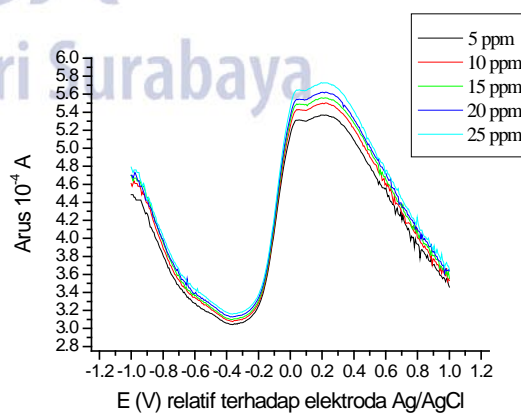
Berdasarkan gambar 8. Voltamogram pengukuran Cd(II) dengan menggunakan EPKB (non-aktivasi) perbandingan 1:4:5 menunjukkan bahwa arus puncak yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan arus yang dihasilkan oleh pengukuran Cd(II) menggunakan EPKB teraktivasi (gambar 4.4) dengan perbandingan yang sama dan pada pH

optimum. Dan pengukuran Cd(II) dengan EPKB (non-aktivasi) menghasilkan nilai daerah potensial sebesar 0 V. Hal ini menunjukkan bahwa EPKB (non-aktivasi) lebih sedikit dalam menganalisis logam kadmium, hal ini disebabkan zat yang digunakan sebagai modifier (bentonit) belum diaktivasi sehingga zat tersebut kurang efektif dalam menjerat logam.

4. Pengaruh Logam Lain dalam Analisis Cd(II)

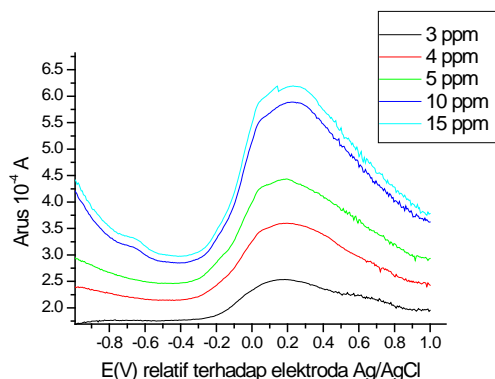
Logam pengganggu yang digunakan dalam uji selektivitas EPKB yaitu tembaga (II) dan Al (III). Adanya pengaruh logam lain terhadap pengukuran Cd(II) dapat diketahui dengan cara melihat perubahan arus puncak yang dihasilkan pada saat pengukuran.

Untuk penentuan uji selektivitas EPKB langkah yang pertama adalah sebanyak 10 mL larutan Cd(II) konsentrasi 5 ppm ditambahkan 5 mL larutan buffer sitrat pH 6 dan larutan KCl 0,05 M dengan konsentrasi 50-100 kali lebih besar dari larutan sampel dan ditambahkan larutan 10 mL Cu(II) konsentrasi 3 ppm, 4 ppm, 5 ppm, 10 ppm dan 15 ppm. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan EPKB perbandingan terbaik (1:4:5) dan dalam keadaan optimum. Dan untuk uji selektivitas Cd(II) konsentrasi 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm dan 25 ppm perlakuannya sama seperti larutan Cd(II) 5 ppm dengan larutan Cu(II) berbagai konsentrasi. Untuk logam pengganggu Al(III) perlakuannya seperti logam Cu(II). Hasil pengukuran untuk selektivitas EPKB terhadap Cd(II) 5 ppm dengan logam pengganggu Cd(II) dan Al(III) ditunjukkan pada gambar 10 dan 11.

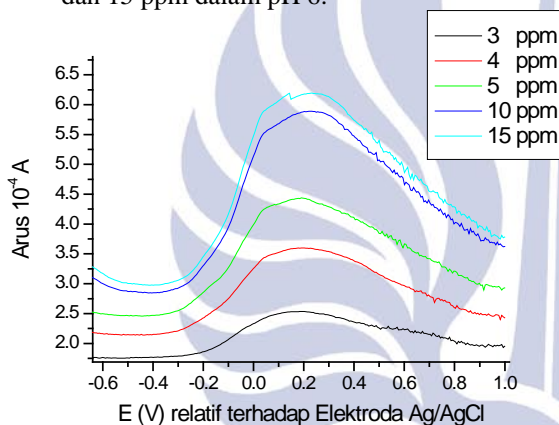


Gambar 9. Voltamogram pengukuran Cd(II) dalam buffer sitrat pH 6 dengan

EPKB perbandingan 1:4:5 (karbon : paraffin : bentonit)

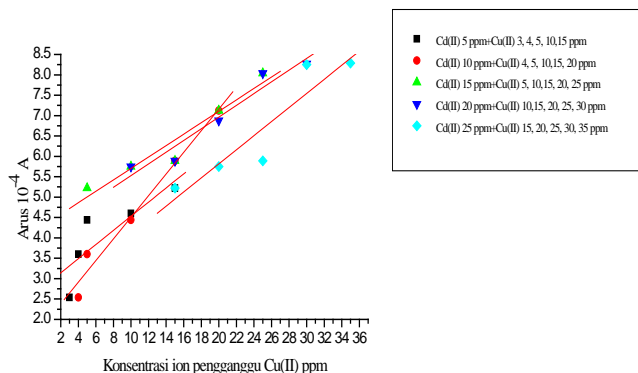


Gambar 10. Voltamogram pengukuran selektifitas EPKB pada analisis Cd(II) 5 ppm dengan logam pengganggu Cu(II) konsentrasi 3 ppm, 4 ppm, 5 ppm, 10 ppm dan 15 ppm dalam pH 6.

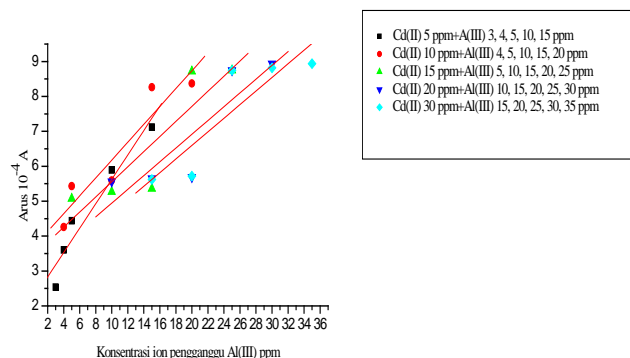


Gambar 11. Voltamogram pengukuran selektifitas EPKB pada analisis Cd(II) 5 ppm dengan logam pengganggu Al(III) konsentrasi 3 ppm, 4 ppm, 5 ppm, 10 ppm dan 15 ppm dalam pH 6.

Hasil pengukuran untuk selektivitas EPKB terhadap Cd(II) konsentrasi 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm dan 25 dengan larutan Cu(II) dan Al (III) berbagai konsentrasi dapat dilihat pada pada kurva dibawah ini:



Gambar 12. Kurva pengukuran Cd(II) dengan EPK bentonit 1:4:5 dan ion pengganggu Cu(II).



Gambar 13. Kurva pengukuran Cd(II) dengan EPK bentonit 1:4:5 dan ion pengganggu Al(III).

Berdasarkan gambar 9, 10 dan 11 menunjukkan bahwa pada pengukuran arus Cd(II) 5 ppm yang telah ditambahkan logam pengganggu Cu(II) dan Al(III) dengan konsentrasi 3 ppm, 4 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm. Pada penambahan Cu(II) maupun Al(III) konsentrasi tersebut dihasilkan arus puncak yang melebar dan mengalami penurunan tinggi arus puncak dari tinggi arus puncak ketika larutan Cd(II) belum ditambahkan logam Cu(II) ataupun Al(III). Hal tersebut dikarenakan pada saat pengukuran arus terhadap Cd(II) yang di dalamnya terdapat logam pengganggu, ion pengganggu akan menempel pada permukaan elektroda sehingga jumlah ion kadmium (II) pada permukaan elektroda menjadi berkurang.

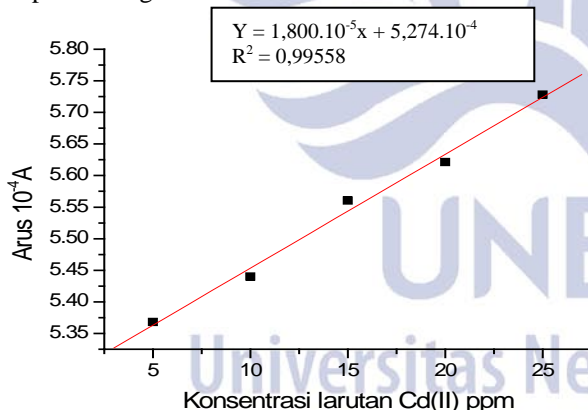
Dan pada gambar 12 dan 13 kurva tersebut menunjukkan bahwa pada pengukuran arus Cd(II) 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, dan 25 ppm yang telah ditambahkan logam pengganggu Cu(II) dan Al(III) dengan konsentrasi 3, ppm, 4 ppm, 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm, 30 ppm, dan 35 ppm. Pada penambahan Cu(II) maupun Al(III) dengan konsentrasi yang lebih kecil dari sampel dihasilkan arus puncak yang menurun dari tinggi arus puncak ketika larutan Cd(II) belum ditambahkan logam Cu(II) ataupun Al(III). Hal tersebut dikarenakan pada saat pengukuran arus terhadap Cd(II) di dalamnya terdapat pengganggu, ion pengganggu akan menempel pada permukaan elektroda sehingga jumlah ion kadmium (II) pada permukaan elektroda menjadi berkurang, ini menunjukkan bahwa logam Al(III) dapat

memberikan gangguan terhadap kinerja EPKB dalam pengukuran Cd(II).

Pada penambahan Cu(II) konsentrasi 10 ppm dan 5 ppm yang lebih besar dari konsentrasi Cd(II) mengalami kenaikan arus puncak yang cukup besar hal ini dikarenakan pada permukaan elektroda akan lebih banyak menempel logam Cu(II) daripada Cd(II) hal ini dikarenakan konsentrasi Cu(II) lebih besar dari Cd(II). Hal tersebut juga terjadi pada pengukuran Cd(II) konsentrasi 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm dan 25 ppm seperti yang terlihat pada gambar 13.

5. Analisa Cd(II) pada Larutan Cd(II) Konsentrasi 10 ppm, 15 ppm dan 20 ppm dengan Menggunakan EPKB teraktivasi (Recoveri Data)

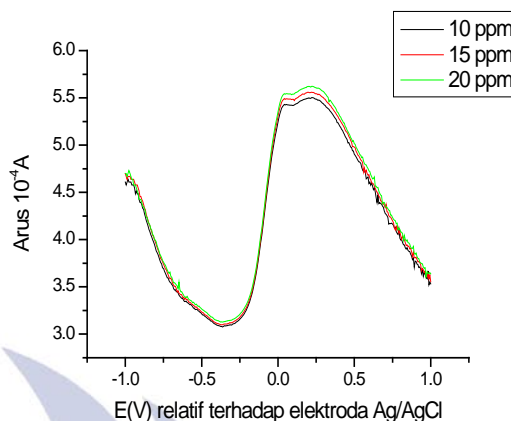
Pengukuran Cd(II) 15 ppm dilakukan pada *equilibration time* (s) : 5.000, *start potential* (V) : -1.000, *end potential* (V) : 1.000, *voltage step* (V) : 0.006, *voltage step time* (s) : 0.400, *sweep rate* (V/s) : 0.015, *pulse amplitude* (V) : 0.050, *pulse time* (s) : 0.040. Sehingga dihasilkan grafik antara potensial (V) dan arus (A) dari larutan standar Cd(II) dengan konsentrasi 10 ppm, 15 ppm, dan 20 ppm dengan EPKB perbandingan 1:4:5.



Gambar 14. Kurva Standar Cd(II).

Dari kurva hubungan konsentrasi standar kadmium dan kuat arus maksimum diperoleh persamaan $y = 1,800.10^{-5}x + 5,274.10^{-4}$ dengan harga R^2 sebesar 0,99558. Persamaan tersebut digunakan untuk menentukan konsentrasi sampel yang diukur dengan menggunakan instrumen voltametri. Dengan mensubstitusikan harga y (kuat arus maksimal). Voltamogram

hasil pengukuran Cd(II) 10 ppm, 15 ppm dan 20 ppm pada pH 6 ditunjukkan pada gambar 15.



Gambar 15. Voltamogram pengukuran Cd(II) 10 ppm, 15 ppm dan 20 ppm pada pH 6 dengan menggunakan EPKB 1:4:5.

Berdasarkan gambar 15. diperoleh kuat arus maksimum dari pengukuran Cd(II) 15 ppm yaitu sebesar $5,56.10^{-4}A$. Kurva yang ditunjukkan pada gambar 4.11 merupakan kurva standar yang telah diukur menggunakan voltametri dengan menggunakan elektroda kerja EPKB teraktivasi dengan variasi komposisi 1:4:5 (karbon : parafin : bentonit) dan menggunakan larutan buffer sitrat pH optimum yang nantinya akan digunakan sebagai standar perhitungan yang menghasilkan konsentrasi Cd(II). Tabel 6 menunjukkan konsentrasi dari masing-masing larutan Cd(II).

Tabel 6. Konsentrasi Larutan Cd(II)

Larutan Cd(II) ppm	Arus ($10^{-4}A$)	Konsentrasi	Nilai Recoveri
10	5.44	9.222	92.22%
15	5.54	14.777	98.52%
20	5.62	19.222	96.11%

Berdasarkan tabel 6 nilai rata-rata dari % recoveri data adalah sebesar 95.62%. Hal tersebut menunjukkan bahwa elektrododa pasta karbon termodifikasi bentonit lebih sensitif dalam menganalisis logam.

SIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa komposisi perbandingan karbon:paraffin: bentonit berpengaruh terhadap kuat arus yang dihasilkan pada pengukuran Cd(II) menggunakan EPKB, elektroda pasta karbon termodifikasi bentonit (teraktivasi) dengan perbandingan yang terbaik adalah perbandingan 1:4:5 (karbon:paraffin:bentonit) memberikan puncak yang cukup baik sesuai dengan harga regresi linier yang tertinggi sebesar 0,97954. Kondisi optimum untuk analisis Cd(II) menggunakan elektroda pasta karbon termodifikasi bentonit (EPKB) adalah pada pH 6. Keberadaan logam tembaga (II) dan aluminium (III) memberikan gangguan terhadap kinerja EPKB dalam analisis Cd(II) yaitu dihasilkan arus puncak yang melebar dan mengalami perubahan tinggi arus puncak.

SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan tentang pembuatan EPKB untuk analisis Cd(II) dengan ion pengganggu Cu(II) dan Al(III), agar penelitian dapat dikembangkan lebih lanjut dan bermanfaat bagi masyarakat umum, perlu ditambahkan beberapa hal yaitu perlu penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan selektifitas analisis logam dengan elektroda pasta karbon termodifikasi bentonit secara differensial pulsa voltametri. Perlu adanya penelitian untuk mengaplikasikan elektroda pasta karbon termodifikasi bentonit dalam analisis sampel alam secara differensial pulsa voltametri. Dan perlu adanya validasi data dengan menggunakan metode lain seperti AAS (*atomic absorption spectrophotometry*) atau spektrofotometer UV-vis.

DAFTAR PUSTAKA

1. Saryati. 2007. *Penentuan Cu, Cd, Pb, dan Zn dalam Bahan Biologi dengan Metode Voltametri*. Serpong : Puslitbang Iptek Bahan (B3IB)-BATAN.
2. Saryati dan Siti Wardiyati. 2007. Aplikasi Voltametri untuk Penentuan Logam Berat dalam Bahan Lingkungan. *Jurnal Sains Materi Indonesia, ISSN: 1411-1098, hal: 265 – 270, Juni 2007*.
3. Apriliyani. Rini, (2009), “Studi Penggunaan Kurkumin sebagai Modifier Elektroda Pasta Karbon untuk Analisis Timbal (II) secara Stripping Voltammetry”, *Skripsiyang* tidak dipublikasikan. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
4. Sunarso. 2007. Lempung Kita yang terlupakan. <http://ppsdsms.org/lempung-kita-yang-terlupakan-2.htm>. Diakses pada 11 April 2013.
5. Nurdiyningrum, Frita Destri. 2013. Pemurnian Dan Karakterisasi Biodiesel Dari Minyak Biji Kelor (*Moringa oleifera*) dengan Menggunakan Adsorben Bentonit. *Skripsi* yang tidak dipublikasikan: Universitas Negeri Surabaya.
6. Sudarmaji, S., dkk. 1997. *Prosedur Analisis untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
7. Lutfi, Muhammad. 2007. Modifikasi Permukaan Elektroda Pasta Karbon Silika Menggunakan Lapis Tipis Raksa untuk Analisis Pb²⁺ dengan Teknik Voltametri Lucutan Pulsa Diferensial. *Skripsi* yang tidak dipublikasikan. Bandung: Institut Teknologi Bandung.
8. Umar, Rania, (2012), “Anodic Stripping Voltammetry pada As(III) dan As(V) dengan Elektroda Glassy Carbon dan Screen Printed Elektroda termodifikasi Nanopartikel Emas”, *Skripsiyang* tidak dipublikasikan. Depok: Universitas Indonesia
9. Underwood. Al., Day. RA. Jr. 2002. *Analisis Kimia Kuantitatif*. Edisi Keenam. Terjemahan Bahasa Indonesia. Alih Bahasa : Dr. Ir. Iis Sopyan, M. Eng. Jakarta : Erlangga.
10. Abdulloh. 2007. Pemanfaatan Bentonit Aktif Turen Malang untuk Pertukaran Ion Pb²⁺. *Jurnal Kimia Lingkungan, Vol.9, No. 1, th 2007*.
11. Adulghani, Nurlita. 2008. Konsentrasi Kadmium (Cd) pada Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Surabaya dan Madura. *Jurnal Jurusan Biologi FMIPA ITS*.
12. Alfian, Zul. 2005. Analisa Kadar Logam Cd²⁺ dari Kerang Secara Spektrofotometer Serapan Atom. *Jurnal Jurnal Sains Kimia, Vol. 9, No. 2, hal: 73-76, th 2005*.
13. Mulyaningsih, Ani. (2013). Penentuan Komposisi Adsorben Kombinasi Kitosan-Bentonit dengan Arang Aktif untuk Adsorpsi Simultan Pestisida Endosulfan dan Fe (III) dalam Air Minum. *Skripsi* yang tidak dipublikasikan. UPI.
14. Prawita, Amirudin. 2008. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Kadmium (Cd) dan

- Tembaga (Cu) dalam air Kali Wonokromo.
Majalah Farmasi Airlangga, Vol.6 No.1, th 2008.
15. Supriatno dan Lelifajri. 2009. Analisis Logam Berat Pb dan Cd dalam Sampel Ikan dan Kerang Secara Spektrofotometri Serapan Atom. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan, Vol. 7, No. 1, hal. 5-8, th 2009.*
16. Syuhada, Wijaya, R., Jayatin dan Rohman, S., 2008. Modifikasi Bentonit (Clay) Menjadi Organoclay Dengan Penambahan Surfaktan. *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi. Vol. 2 No. 1, Februari 2009.*
17. Wang, J., 1994. *Analytical Electrochemistry.* VCH Publisher, New York.

