

## ANALISIS SENYAWA TRIFENILTIMAH(IV) BENZOAT SECARA VOLTAMMETRI GELOMBANG PERSEGI

Ulfatun Nurun<sup>1</sup>, dan Hardoko Insan Qudus<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Mahasiswa Jurusan Kimia, Universitas Lampung, Bandarlampung, 35145

<sup>2</sup> Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Lampung, Bandarlampung, 35145

[hardoko.insan@fmipa.unila.ac.id](mailto:hardoko.insan@fmipa.unila.ac.id)

### Artikel Info

Diterima  
tanggal  
31.01.2017

Disetujui  
publikasi  
tanggal  
31.03.2017

Kata kunci :  
Trifeniltimah  
(IV) benzoat,  
gelombang  
persegi,  
voltammetri

### ABSTRAK

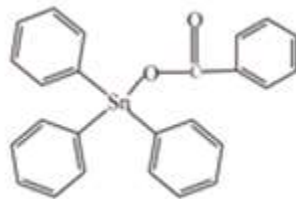
Telah dilakukan analisis senyawa trifeniltimah(IV) benzoat menggunakan elektrode kerja emas dengan teknik voltammetri gelombang persegi. Mengingat aplikasinya ke depan yang dikaitkan dengan daya guna dan tingkat bahayanya, maka pada penelitian ini telah disiapkan metode analisis kimia terhadap senyawa tersebut menggunakan teknik voltammetri gelombang persegi. Untuk memvalidasi metode tersebut, maka dilakukan dengan cara membuat larutan standar trifeniltimah(IV) benzoat yang divariasikan konsentrasinya pada saat pengukuran dalam sistim pelarut air-DMSO dan konsentrasi elektrolit pendukung NaCl 0,02 M. Pengukuran larutan standar trifeniltimah(IV) benzoat dilakukan dengan teknik voltammetri gelombang persegi pada jendela potensial 700 – 1400 mV pada laju selusur potensial 100 mV/detik, menggunakan elektrode bantu platina (Pt) dan elektrode acuan *pseudo* kawat perak (Ag). Hasil penelitian menunjukkan bahwa validasi terhadap metode analisis dengan teknik voltammetri gelombang persegi untuk analisis senyawa trifeniltimah(IV) benzoat memberikan persamaan regresi  $i_p = 2,070 C + 9,180$ ; Koefisien korelasi kurva kalibrasi ( $r$ ) = 0,99499; Sensitivitas ( $S$ ) = 2,070  $\mu\text{A}/\text{mM}$ ; limit deteksi ( $L_D$ ) =  $4,090 \times 10^{-4}$  M; dan Standar deviasi relatif ( $RS_D$ ) = 2,967 %.

### ABSTRACT

Analyses of triphenyltin(IV) benzoate compounds have been performed using gold working electrodes with square wave voltammetry technique. Given the future application that is associated with the efficiency and the level of danger, then in this study has prepared chemical analysis methods against the compound using a square wave voltammetry technique. To validate the method, it is performed by making a standard solution of triphenyltin(IV) benzoate which varies in concentration at the measurement in a DMSO-solvent water system and 0.02 M NaCl as supporting electrolyte concentration. Measurements of standard triphenyltin(IV) benzoate solutions were carried out by a square wave voltammetry technique at a potential window of 700 - 1400 mV at a scan rate potential of 100 mV/s, using a platinum auxiliary electrode (Pt) and silver wire pseudo reference electrode (Ag). The results showed that the validation of the analytical method with square wave voltammetry technique for the analysis of triphenyltin(IV) benzoate compound gave regression equation, i.e  $i_p = 2.070 C + 9,180$ ; Value of correlation coefficient ( $r$ ) = 0,99499; Sensitivity ( $S$ ) = 2.070  $\mu\text{A}/\text{mM}$ ; Limit of detection (LOD) =  $4.090 \times 10^{-4}$  M; and the relative standard deviation (RSD) = 2.967%.

## PENDAHULUAN

Perkembangan penelitian mengenai senyawa organotimah beserta senyawa turunannya di Indonesia sering dilakukan, karena senyawa tersebut memiliki beberapa aktivitas yang penting, diantaranya aktivitas antifungi (Hadi dkk., 2007; Hadi dkk., 2008; Hadi dkk., 2009), antikanker (Hadi dan Elianasari, 2012; Hadi dan Rilyanti, 2010); Hadi dkk., 2012), dan antikorosi (Hadi dan Aini, 2015; Hadi dkk., 2015; Hastin dkk., 2015). Telah diketahui bahwa senyawa trifeniltimah(IV) karboksilat memiliki aktivitas paling baik sebagai antikorosi dibandingkan beberapa senyawa organotimah lain dan turunannya, karena memiliki kerapatan arus korosi yang rendah. Kerapatan arus ini menyebabkan turunnya nilai arus korosi serta meningkatkan efisiensi inhibisi korosi dari senyawa tersebut (Afriani dan Hadi, 2014). Senyawa trifeniltimah(IV) benzoat yang telah disintesis oleh Fitria (2016) dengan struktur molekulnya yang disajikan pada Gambar 1, diketahui memiliki aktivitas sebagai inhibitor korosi yang lebih baik dibandingkan senyawa induknya, trifeniltimah(IV) klorida serta difeniltimah(IV) diklorida. Fabrikasi terhadap senyawa baru trifeniltimah(IV) benzoat belum dilakukan, namun perlu disiapkan metode analisisnya untuk mengevaluasi daya guna dan tingkat bahayanya. Sejauh ini, metode analisis kimia terhadap senyawa baru trifeniltimah(IV) benzoat secara voltametri gelombang persegi belum tersedia.



Gambar 1. Struktur molekul trifeniltimah(IV) benzoat (Fitria, 2016)

Metode beberapa penelitian terdahulu analisis kimia terhadap senyawa organotimah(IV) yang telah digunakan adalah metode voltametri (Oktiana, 2015; Nainggolan dan Qudus, 2016; Qudus, 2010). Nainggolan dan Qudus (2016) telah menggunakan metode voltametri gelombang persegi untuk menganalisis senyawa trifeniltimah(IV) klorida dengan menggunakan elektrode kerja emas. Pada penelitian tersebut telah dilakukan validasi terhadap metode analisis kimianya, yang meliputi linieritas, sensitivitas, limit deteksi, presisi dan akurasi.

Berdasarkan uraian tersebut di atas, maka pada penelitian ini telah disiapkan metode analisis kimia terhadap senyawa baru trifeniltimah(IV) benzoat yang didasarkan pada penelitian Nainggolan dan Qudus (2016), yang menggunakan metode voltametri gelombang persegi. Voltametri gelombang persegi adalah tipe voltametri pulsa yang memiliki kelebihan sensitivitas yang tinggi dan laju selusur potensial yang cepat. Arus diukur dua kali setiap siklus gelombang persegi, yaitu pada akhir pulsa maju dan pada akhir pulsa balik (Skoog et.al., 1998). Adapun tujuan dari dilakukannya penelitian ini adalah untuk menyediakan metode analisis kimia terhadap senyawa baru trifeniltimah(IV) benzoat dengan metode voltametri gelombang persegi. Manfaat penelitian yaitu untuk memberikan informasi mengenai metode untuk analisis kimia terhadap senyawa baru trifeniltimah(IV) benzoat secara voltametri gelombang persegi yang kedepannya dapat digunakan mengevaluasi senyawa tersebut.

## **METODE**

### **Alat dan Bahan**

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah neraca analitik (Mettler Toledo), *magnetic stirrer* Stuart), labu ukur, pipet ukur, potensiostat (eDAQ) sistem tiga elektrode, elektrode emas sebagai elektrode kerja (*working electrode*), kawat perak sebagai elektrode pembanding *pseudo* (*pseudo reference electrode*), dan Pt sebagai elektrode bantu (*counter electrode*).

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu senyawa trifeniltimah(IV) benzoat (Lab. Kimia Anorganik dan Kimia Fisika Jurusan Kimia FMIPA Unila), akuabides (LTSIT Unila), dimetil sulfoksida (DMSO, Merck) sebagai pelarut, dan natrium klorida (NaCl, Merck) sebagai elektrolit pendukung.

### **Prosedur Penelitian**

Prosedur penelitian ini memodifikasi metode penelitian analisis kimia terhadap senyawa baru trifeniltimah(IV) benzoat yang telah dilakukan oleh Oktiana (2015) serta Nainggolan dan Qudus (2016).

### **1. Pembuatan larutan standar trifeniltimah(IV) benzoat $4 \times 10^{-3}$ M**

Untuk membuat larutan standar trifeniltimah(IV) benzoat  $4 \times 10^{-3}$  M, diambil sebanyak 97,4 mg trifeniltimah(IV) benzoat dilarutkan dengan 8,4 mL DMSO selanjutnya *distirer* agar larut sempurna dan ditambahkan akuabides ke dalam labu takar 50 mL sampai tanda batas.

### **2. Pembuatan larutan standar trifeniltimah(IV) benzoat dengan variasi konsentrasi**

Dibuat larutan standar trifeniltimah(IV) benzoat sebanyak 10 mL dengan konsentrasi  $0,8 \times 10^{-3}$ ;  $1,6 \times 10^{-3}$ ;  $2,4 \times 10^{-3}$ ;  $3,2 \times 10^{-3}$ ; dan  $4 \times 10^{-3}$  M, yaitu dengan cara mengencerkan larutan standar trifeniltimah(IV) benzoat  $4 \times 10^{-3}$  M ke dalam labu takar 10 mL dengan akuabides sampai tanda batas.

### **3. Pembuatan larutan elektrolit pendukung natrium klorida 0,1 M**

Sebanyak 0,57 g NaCl ditimbang kemudian dilarutkan dengan akuabides ke dalam labu takar 100 mL sampai tanda batas.

### **4. Pengukuran Larutan Blangko**

Larutan blangko dibuat dengan cara mencampurkan 2,5 mL DMSO dengan 7,5 mL akuabides dalam labu takar 10 mL sampai homogen. Diambil 2 mL larutan blangko, dimasukkan ke dalam sel elektrolisis 2,5 mL, kemudian ditambahkan 0,5 mL larutan elektrolit pendukung NaCl 0,1 M. Selanjutnya larutan tersebut diukur dengan potensiostat pada jendela potensial + 700 mV hingga + 1400 mV dengan laju selusur 100 mV/s.

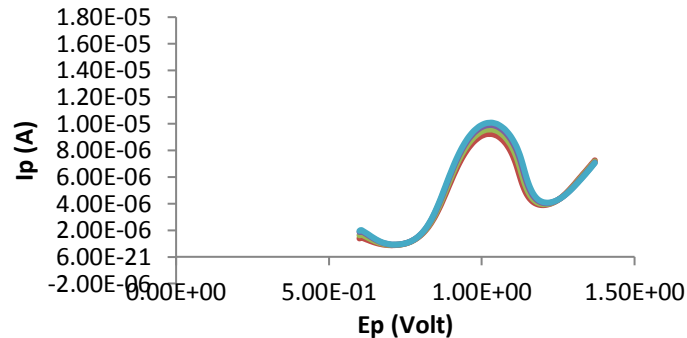
### **5. Uji Senyawa Trifeniltimah(IV) benzoat**

Pada uji ini, dilakukan pengukuran menggunakan potensiostat eDAQ dengan teknik voltametri gelombang persegi menggunakan larutan standar Trifeniltimah(IV) benzoat yang telah dibuat dengan variasi konsentrasi  $0,8 \times 10^{-3}$ ;  $1,6 \times 10^{-3}$ ;  $2,4 \times 10^{-3}$ ;  $3,2 \times 10^{-3}$ ; dan  $4 \times 10^{-3}$  M. Sebanyak 2 mL larutan standar dimasukkan ke dalam sel elektrolisis 2,5 mL, kemudian ditambahkan 0,5 mL larutan elektrolit pendukung NaCl 0,1 M. Selanjutnya larutan tersebut diukur dengan potensiostat pada jendela potensial + 700 mV hingga + 1400 mV dengan laju selusur 100 mV/s. Adanya pengaruh pencenceran, maka konsentrasi larutan standar menjadi  $0,64 \times 10^{-3}$ ;  $1,20 \times 10^{-3}$ ;  $1,92 \times 10^{-3}$ ;  $2,56 \times 10^{-3}$ ; dan  $3,20 \times 10^{-3}$  M serta konsentrasi NaCl menjadi 0,02 M dalam larutan standar pada saat pembuatan voltammogramnya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Voltammogram Gelombang Persegi Blangko

Blangko diukur beberapa kali pada jendela potensial 700 – 1400 mV dengan laju selusur potensial 100 mV/s menggunakan teknik voltametri gelombang persegi, yang voltammogramnya dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Voltammogram gelombang persegi blangko

Data hasil pengukuran arus puncak ( $i_p$ ) dan potensial puncak ( $E_p$ ) dari voltammogram gelombang persegi blangko disajikan pada Tabel 1.

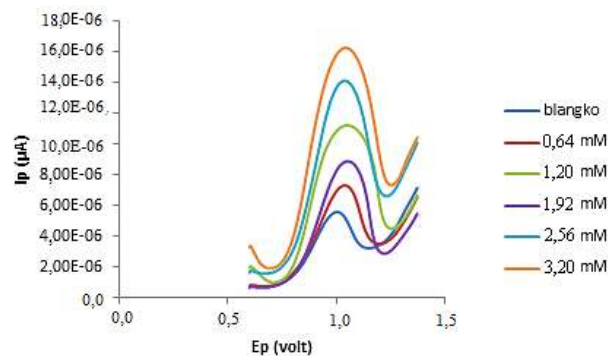
**Tabel 1.** Nilai  $E_p$  dan  $i_p$  Blangko dari Voltammogram Gelombang Persegi pada Laju Selusur Potensial 100 mV/s

Pengulangan	$E_p$ (Volt)	$i_p$ ( $\mu$ A)
1	1,020	9,230
2	1,030	9,230
3	1,030	9,560
4	1,030	9,900
5	1,030	9,600
<b>Rata-rata</b>	1,028	9,504
<b>SD</b>	0,004	0,282

### Voltammogram Gelombang Persegi Larutan Trifeniltimah(IV) Benzoat

Pada teknik voltametri gelombang persegi, senyawa trifeniltimah(IV) benzoat dioksidasi pada ikatan Sn-O benzoat (lihat Gambar 1) membentuk radikal kation terjadi pada nilai  $E_p$  di sekitar 1,035 V (lihat pada Tabel 2). Senyawa induknya, yaitu trifeniltimah(IV) klorida pada

kondisi yang sama memberikan nilai  $E_p$  oksidasi sekitar 0,965 V (Turma dan Qudus, 2016). Hal tersebut menunjukkan bahwa kenaikan nilai  $E_p$  sudah konsisten, sebagai akibat pengaruh penggantian substituen klorida oleh substituen benzoat. Pada voltammogram yang dihasilkan, terlihat adanya arus puncak ( $i_p$ ) dan potensial puncak ( $E_p$ ). Analisis terhadap senyawa trifeniltimah(IV) benzoat dilakukan dengan mengukur larutan standar trifeniltimah(IV) benzoat pada variasi konsentrasi  $0,64 \times 10^{-3}$ ;  $1,20 \times 10^{-3}$ ;  $1,92 \times 10^{-3}$ ;  $2,56 \times 10^{-3}$ ; dan  $3,20 \times 10^{-3}$  M. Voltammogram larutan standar trifeniltimah(IV) benzoat pada variasi konsentrasi menggunakan teknik voltametri gelombang persegi disajikan pada Gambar 3.



**Gambar 3.** Voltammogram gelombang persegi larutan standar trifeniltimah(IV) benzoat dengan variasi konsentrasi

Data hasil pengukuran arus puncak ( $i_p$ ) dan potensial puncak ( $E_p$ ) dari voltammogram gelombang persegi larutan standar trifeniltimah(IV) benzoat pada variasi konsentrasi  $0,64 \times 10^{-3}$ ;  $1,20 \times 10^{-3}$ ;  $1,92 \times 10^{-3}$ ;  $2,56 \times 10^{-3}$ ; dan  $3,20 \times 10^{-3}$  M disajikan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Nilai  $i_p$  dan  $E_p$  larutan standar trifeniltimah(IV) benzoat yang divariasikan konsentrasinya

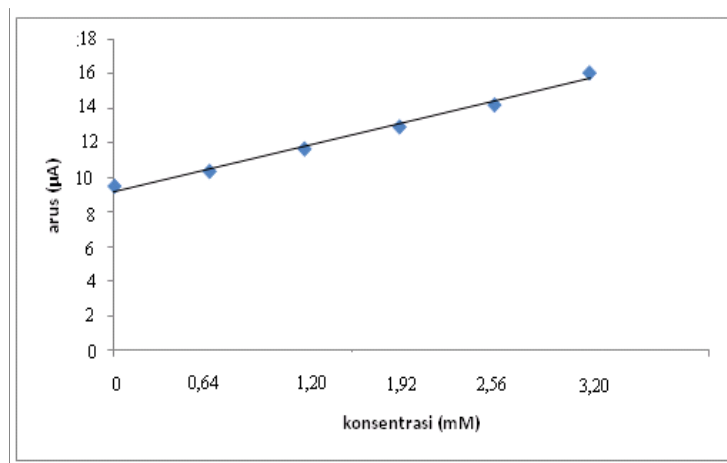
No	Konsentrasi (M)	$i_p(\mu A)$	$E_p$ (volt)
1	$0,64 \times 10^{-3}$	10,370	1,032
2	$1,20 \times 10^{-3}$	11,687	1,030
3	$1,92 \times 10^{-3}$	12,966	1,035
4	$2,56 \times 10^{-3}$	14,246	1,035
5	$3,20 \times 10^{-3}$	16,116	1,035

Berdasarkan data pada Tabel 2, maka kenaikan arus puncak ( $i_p$ ) oksidasi pada pengukuran larutan standar trifeniltimah(IV) benzoat dipengaruhi oleh konsentrasi. Meningkatnya arus puncak tersebut sebanding dengan meningkatnya konsentrasi analit (Wang, 2000).

### Validasi metode

#### a. Linieritas

Linieritas merupakan suatu korelasi antara konsentrasi larutan standar terhadap nilai sinyal yang dihasilkan (Miller dan Miller, 2010). Uji linieritas dilakukan dengan cara membuat kurva kalibrasi larutan standar menggunakan data pada Tabel 2 dan data blangko pada Tabel 1. Persamaan regresi dan korelasi yang diperoleh dari hasil plotting nilai arus puncak terhadap variasi konsentrasi memberikan kurva kalibrasi larutan standar digunakan untuk mengetahui hubungan antara konsentrasi dan arus yang dihasilkan. Kurva kalibrasi yang dihasilkan disajikan pada Gambar 4, sedangkan nilai persamaan regresi linier dan koefisien korelasinya disajikan pada Tabel 3.



**Gambar 4.** Kurva kalibrasi pengukuran trifeniltimah(IV) benzoat dengan teknik voltametri gelombang persegi

Berdasarkan hasil perhitungan yang diperoleh pada Tabel 3, maka nilai koefisien korelasi ( $r$ ) menggunakan teknik voltametri gelombang persegi adalah 0,99499. Nilai  $r$  yang diperoleh tersebut, sudah memenuhi kriteria yang disyaratkan. Menurut Miller dan Miller (2010) nilai  $r$  tersebut sudah memenuhi syarat analitis, yaitu  $r > 0,99$ .

#### b. Sensitivitas (S)

Sensitivitas adalah kemampuan suatu metode analisis atau instrumen yang berupa sinyal untuk merespon konsentrasi analit yang diukur. Nilai sensitivitas adalah merupakan slope atau gradien

dari grafik kurva kalibrasi atau persamaan regresi liniernya (Miller dan Miller, 2010). Berdasarkan persamaan regresi pada Tabel 3, maka nilai sensitivitasnya adalah 2,070  $\mu\text{A}/\text{mM}$ .

c. Limit deteksi (Limit of Detection)

Limit deteksi ( $L_D$ ) merupakan konsentrasi terkecil yang masih dapat dideteksi dengan presisi dan akurasi yang dapat diterima. Limit deteksi dapat ditentukan dengan Persamaan 1 (Miller dan Miller, 2010), sedangkan nilai  $L_D$  disajikan pada Tabel 3.

$$L_D = \frac{3 \times S_D}{b} \dots\dots\dots (1)$$

d. Keterulangan (presisi)

Keterulangan (presisi) menggambarkan tingkat kedekatan antara hasil uji independen yang diperoleh di bawah kondisi yang ditentukan. Berdasarkan pada pengukuran larutan blanko (Tabel 1), maka dapat ditentukan nilai  $RS_D$  dengan Persamaan 2 (Miller dan Miller, 2010).

$$\% RS_D = \frac{S_D}{x} \times 100\% \dots\dots\dots (2)$$

Berdasarkan pada hasil analisis larutan standar menggunakan teknik voltametri gelombang persegi (Tabel 3) diketahui bahwa simpangan baku relatif untuk larutan standar trifeniltimah(IV) benzoat berada di bawah 2,967 %. Nilai tersebut masih tergolong baik, karena masih di bawah 5 % (Miller dan Miller, 2010).

**Tabel 3.** Nilai persamaan regresi linier, koefisien korelasi ( $r$ ), limit deteksi ( $L_D$ ), sensitivitas ( $S$ ), standar deviasi ( $S_D$ ) dan standar deviasi relatif ( $RS_D$ )

$y = ax + b$	$L_D$ (M)	$S$ ( $\mu\text{A}/\text{mM}$ )	$r$	$S_D$	$RS_D$ (%)
$i_p = 2,070 C + 9,180$	$4,090 \times 10^{-4}$	2,070	0,99499	0,282	2,967

## KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa metode voltametri gelombang persegi dapat digunakan untuk analisis senyawa baru trifeniltimah(IV) benzoat. Validasi terhadap metode tersebut menunjukkan bahwa persamaan regresi linier :  $i_p = 2,070 C + 9,180$ ; koefisien korelasi ( $r$ ) = 0,99499; sensitivitas ( $S$ ) = 2,07  $\mu\text{A}/\text{mM}$ ; limit deteksi ( $L_D$ ) =  $4,090 \times 10^{-4}$  M; standar deviasi ( $S_D$ ) = 0,282 dan standar deviasi relatif ( $RS_D$ ) = 2,967 %.



## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Laboratorium Kimia Analitik dan Instrumentasi Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung yang telah memfasilitasi penelitian ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- Afriyani, H. dan S. Hadi. 2014. *Kajian Aktivitas Antikorosi Beberapa Senyawa Turunan Organotimah(IV) 3-Nitrobenzoat pada Baja Lunak dalam Medium Korosif DMSO-HCl*. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Fitria, M. (2016). *Sintesis dan Karakterisasi Serta Uji Aktivitas Antikorosi Senyawa Turunan Organotimah(IV) Benzoat Terhadap Baja Lunak Dalam Medium Korosif DMSO-HCl*. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Hadi, S., dan Elianasari. 2012. *Aktivitas In Vitro dan Studi Perbandingan Beberapa Senyawa Organotimah(IV) 4-Hidroksibenzoat Terhadap Sel Kanker Leukimia, L-1210*. Skripsi. Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Hadi, S., Irawan, B. and Efri. 2008. The Antifungal Activity Test of Some Organotin(IV) Carboxylates. *Journal of Applied Sciences Research*. **4** (11): 1521-1525.
- Hadi, S., Rilyanti, M., Nurhasanah. 2009. Comparative Study on the Antifungal Activity of Some Di- and Tributyltin(IV) Carboxylate Compounds. *Modern Applied Science*. **3** (2) :12-17.
- Hadi, S., and Rilyanti, M. 2010. Synthesis and *in vitro* anticancer activity of some organotin(IV) benzoate compounds. *Oriental Journal of Chemistry*, **26** (3): 775-779.
- Hadi, S., Rilyanti, M. and Suharso. 2012. *In Vitro* Activity and Comparative Studies Of Some Organotin(IV) Benzoate Derivatives Against Leukemia Cancer Cell, L-1210. *Indonesian Journal of Chemistry*, **12** (1): 172-177.
- Hadi, S., H. Afriani, W. D. Anggraini, H. I. Qudus, T. Suhartati. 2015. Synthesis and Potency Study of Some Dibutyltin(IV) Dinitrobenzoate Compounds as Corrosion Inhibitor for Mild Steel HRP in DMSO-HCl Solution. *Asian Journal of Chemistry*, **27**(4):1509-1512.
- Hastin, K, M. Nurissalam, B. Iswanto, H. Afriani, H. I. Qudus, dan S. Hadi. 2015. Synthesis, Characterization and Anticorrosion Study of Some Organotin(IV) 4-Chlorobenzoates. *Oriental Journal of Chemistry*, Vol.31(4):2377-2383.
- Hadi, S dan A.N. Aini. 2015. *Sintesis, dan Karakterisasi, Serta Uji Aktivitas Antikorosi Senyawa Turunan Organotimah(IV) 3-nitrobenzoat pada Baja Lunak dalam Medium Korosif*. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Hadi, S., M. Rilyanti and Suharso. 2008. *In Vitro* activity and comparative studies of some organotin(IV) benzoate derivatives against leukemia cancer cell, L-1210. *Indonesian Journal of Chemistry*. **12** (1):172-177.
- Hadi, S and M. Rilyanti. 2010. Synthesis and *in vitro* anticancer activity of some organotin(IV) benzoate compounds. *Oriental Journal of Chemistry*. **26**(3): 775-779.

- Hadi, S., M. Rilyanti and Nurhasanah. 2007. Comparative study on the antifungal activity of some di- and t-tributyltin(IV) carboxylate compounds. *Modern Applied Science*.3(2):12-17.
- Miller, J.C., dan J.N. Miller. 2010. *Statistics and Chemometrics for Analytical Chemistry*. Sixth Edition. Pearson Education Limited. Essex.
- Nainggolan, T. dan H.I. Qudus. 2016. *Analisis senyawa trifeniltimah(IV) klorida menggunakan variasi elektrode kerja emas dengan teknik voltametri gelombang persegi*. *Jurnal Analit*, Vol.1, No.1 47-60. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Lampung. Bandar Lampung.
- Qudus, H.I. 2010. *Kajian Reaktivitas Kimia Zat Antikanker Trifeniltimah(IV) Klorida Secara Voltametri Siklik*. Laporan Hasil Penelitian. Lembaga Penelitian Unila. Bandar Lampung.
- Skoog, D.A., F.J. Holler and T.A. Neuman. 1998. *Principles of Instrumental Analysis* 5<sup>th</sup> ed. Harcourt Brace Collage Publishers. USA. 563-598.
- Oktiana, S. 2015. *Analisis senyawa difeniltimah(IV) diklorida menggunakan variasi elektrode kerja emas dengan teknik voltametri siklik dan voltametri gelombang persegi*. (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung.