

# OPTIMASI SINTESIS BIOMATERIAL PERAK-PORFIRIN DARI KERABANG TELUR PUYUH

Dewi Kurnianingsih Arum Kusuma Hastuti<sup>1\*</sup>, Cucun Alep Riyanto<sup>2\*\*</sup>

<sup>1,2</sup> Program Studi Kimia, Universitas Kristen Satya Wacana, Jl. Diponegoro 52-60, Salatiga, Jawa Tengah

E-mail: \* dewi.hastuti@staff.uksw.edu; \*\* cucun.alep@staff.uksw.edu

Diterima: 02 Oktober 2018. Disetujui: 15 Januari 2019. Dipublikasikan: 31 Januari 2019

DOI: 10.30870/educhemia.v4i1.2404

**Abstract:** Porphyrin is a natural colour pigment contained in the quail's egg shell. The aim of this research was to determine optimal time and temperature on synthesized of biomaterial. Extraction methods has done by methanol:HCl (2:1, v/v) for 12 hours. The product was analyzed by UV-Vis spectrophotometer. As a results, the optimum complexation among porphyrin and ion  $Ag^+$  was seen on 845 nm during 5,65 hours, with ratio 1:2.20, and 30°C. This result was determined based on Response Surface Method equation  $Y = -17.95+0,63X_1+13.26X_2+0.88X_3-3.7x10^{-3}X_2X_3^2-0,46X_1X_3+0,04X_2^2X_3-0,08X_1^2-1,87X_2^2-9,68x10^{-3}X_3^2$ .

**Keywords:** Biosynthesis, quail eggs, porphyrin, Response Surface Method, silver

**Abstrak:** Porfirin merupakan pigmen warna alami khas yang terdapat dalam kulit telur puyuh. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan waktu dan suhu optimum dalam pembentukan biomaterial. Pelarut yang digunakan untuk ekstraksi adalah metanol:HCl (2:1, v/v) selama 12 jam. Hasil biosintesis yang terbentuk, kemudian dianalisa dengan spektrofotometer UV-VIS. Sebagai hasilnya, kompleksasi optimal antara porfirin dengan ion  $Ag^+$  terlihat pada panjang gelombang 845 nm yaitu pada waktu 5,62 jam; rasio 1:2.20, dan suhu sebesar 30°C. Hal tersebut diperoleh berdasarkan persamaan *Response Surface Method*  $Y = -17.95+0,63X_1+13.26X_2+0.88X_3-3.7x10^{-3}X_2X_3^2-0,46X_1X_3+0,04X_2^2X_3-0,08X_1^2-1,87X_2^2-9,68x10^{-3}X_3^2$ .

**Kata kunci:** biosintesis, kulit telur puyuh, porfirin, Response Surface Method, perak

---

## PENDAHULUAN

Pada saat ini ini telah banyak dikembangkan sintesa material dengan cara biologi, atau yang lebih dikenal dengan sebutan biosintesis. Menurut kutipan dari kamus Merriam-Webster, biosintesis adalah

proses pembentukan senyawa kimia yang bersumber dari makhluk hidup. Hasil dari biosintesis tersebut dikenal dengan nama biomaterial.

Biosintesis ini biasanya digunakan dengan tujuan pembuatan nanopartikel. Pada

satu dekade terakhir, pembuatan nanopartikel-logam banyak menyita perhatian para peneliti karena berbagai manfaat dari nanopartikel-logam. Salah satu manfaat dari nanopartikel-logam adalah kemampuannya sebagai agen antibakteri. Oleh karena berbagai manfaat itulah, para peneliti mencoba berbagai cara untuk dapat mensintesa nanopartikel-logam, baik dengan cara kimia, fisika maupun biologi (Khatoon, Mazumder, & Sardar, 2017).

Diantara ketiga cara tersebut, cara kimia merupakan yang paling diminati karena dapat menghasilkan produk dengan cepat. Salah satu kendala yang dihadapi dengan cara kimia tersebut adalah pemakaian bahan-bahan kimia yang berbahaya. Disisi lain, para kimiawan sedang mengembangkan 12 prinsip “Kimia Hijau (Green Chemistry)”. Kedua belas prinsip tersebut adalah mencegah timbulnya limbah dalam proses sintesa, mendesain produk yang aman, mendesain proses sintesa yang aman, menggunakan bahan baku yang dapat terbarukan, menggunakan katalis, menghindari derivatisasi dan modifikasi sementara dalam proses kimia, memaksimalkan atom ekonomi, menggunakan pelarut yang aman, meningkatkan efisiensi energy dalam reaksi, mendesain bahan kimia yang mudah terdegradasi, menggunakan metode analisis secara langsung untuk mengurangi polusi, dan meminimalisasi potensi kecelakaan (Cannon, Pont, & Warner, 2012).

Metode yang berkembang dengan pesat dalam waktu belakangan ini, merupakan metode biologi. Metode ini menerapkan prinsip-prinsip Kimia Hijau dalam

pengembangannya. Bahan-bahan yang biasa digunakan dalam proses biosintesis ini didominasi oleh tanaman dan menggunakan air sebagai pelarutnya. Biosintesa nanopartikel-logam menggunakan tanaman telah banyak dilakukan seperti *Jatropha curcas*, *Aloe vera*, *Carica papaya*, *Artemisia annua*, dll (Khatoon, Mazumder, & Sardar, 2017).

Di Indonesia banyak sekali penggunaan telur unggas sebagai bahan makanan. Seiring dengan maraknya pemanfaatan telur tersebut maka banyak kerabang telur yang juga dihasilkan. Kerabang telur puyuh ini memiliki warna yang menarik dan unik.

Dalam penelitian terdahulu oleh (Keneddy & Vevers, 1973) diketahui bahwa penyebab munculnya warna yang menarik dan unuk dari kerabang telur puyuh adalah pigmen yang bernama porfirin dan biliverdin. Kedua pigmen ini bertanggung jawab terhadap wana biru kehijauan dan kemerahan. Pelarut yang secara umum digunakan untuk mengekstraksi kedua pigmen tersebut adalah metanol:asam klorida (2:1 v/v) (Gorchein, Lim, & Cassey, 2009)

Penggunaan bahan alami lain sebagai bahan biomaterial, seperti kerabang telur burung puyuh belum pernah dilakukan sebelumnya. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan biomaterial perak dari kerabang telur burung puyuh ditinjau dari waktu dan suhu optimum dalam

pembentukannya berdasarkan *Response surface methodology* (RSM).

## METODE

### **Bahan dan Alat**

Sampel limbah kerabang telur puyuh diperoleh dari pedagang di Pasar Projo Ambarawa. Bahan yang digunakan diantaranya perak nitrat ( $\text{AgNO}_3$ ), akuades, HCl, kloroform, dan dimetileter. Semua bahan yang digunakan berderajat PA (pro-analysis) diperoleh dari E-Merck, German.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya Spektrofotometer (Optizen, 2120), neraca dengan ketelitian 0,01 g (Ohaus, TAJ602), neraca analitis dengan ketelitian 0,1 mg (Ohaus, PA214), dan moisture analyzer (Ohaus, MB 25), pH meter (Hanna, HI 9812), *rotary evaporator* (Buchi, R-114), dan *Ultrasonicator* (Krisbow, DSA50-GL2-2.5L).

### **Biosintesis material Kompleksasi**

(Prantisa, Martono, & Riyanto, 2017)

Kompleks Ag-porfirin dibuat dengan cara mereaksikan perak nitrat dan ekstrak kerabang kulit telur puyuh dengan perbandingan 1:1; 1:2; dan 1:3 (mol/mol). Ekstrak kerabang telur puyuh direaksikan dengan perak nitrat dengan variasi waktu (2, 4, dan 6 jam) pada variasi suhu 30°C, 40°C, dan 50°C. Sebagai kontrol

adalah larutan perak nitrat dan ekstrak kerabang telur puyuh. Analisa pembentukan kompleks ekstrak kerabang telur puyuh dengan perak nitrat berdasarkan pemindaian pada kisaran panjang gelombang 200-1060 nm.

### **Analisa Data**

Analisa data kompleks antara porfirin dengan ion  $\text{Ag}^+$  dilakukan dengan metode RSM berdasarkan metode Heleno (2016). Optimasi reaksi kompleksasi dilakukan dengan metode *Response surface methodology* (RSM). Desain optimasi menggunakan model  $3^3$  *central composite design* dengan tiga variabel dan tiga level faktor. Sebagai variabel yaitu waktu ( $x_1$ ), rasio larutan perak nitrat dengan ekstrak kerabang telur puyuh ( $x_2$ ), dan suhu reaksi ( $x_3$ ). Faktor  $X_1$  meliputi waktu 2, 4, dan 6 jam. Faktor  $X_2$  meliputi rasio 1:1 ; 1:2 ; dan 1: 3 (v/v). Faktor  $X_3$  meliputi suhu 30°C, 40°C, dan 50°C. Setiap variabel dan faktor diberi kode -1,68; -1; 0; 1; dan +1,68

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil ekstraksi profirin dapat dilihat pada hasil penelitian yang dilakukan oleh (Prantisa, Martono, & Riyanto, 2017). Hasil optimasi reaksi kompleksasi dengan metode *Response surface methodology* (RSM) menggunakan model  $3^3$  *central composite design* dengan tiga peubah dan

tiga aras faktor. Setiap peubah dan faktor diberi kode -1,68; -1; 0; 1; dan +1,68. Tabel peubah bebas dan kode aras faktor optimasi yang digunakan tersebut disajikan pada **Tabel 1**.

**Tabel 1.** Tabel peubah bebas dan kode aras faktor optimasi

Nilai Aras	Nilai Aras		
	Waktu	Rasio	Suhu
-1,68	0,64	1:0,32	23,2
-1	2	1:1	30
0	4	1:2	40
+1	6	1:3	50
+1,68	7,36	1:3,68	56,8

Berdasarkan nilai aras faktor optimasi tersebut, maka dapat ditentukan faktor optimasi pembentukan kompleks. Waktu, rasio, dan suhu merupakan faktor optimasi pada pembentukan kompleks antara ekstrak porfirin dengan ion  $Ag^+$ . Hasil pembentukan kompleks berdasarkan faktor optimasi tersebut dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Analisa penelitian dengan menggunakan RSM sangat bergantung pada model. Model yang digunakan adalah digunakan adalah model *quardatic* yang dimodifikasi dengan seleksi nilai  $R^2$  dengan nilai kepercayaan 95%. Data pada penelitian ini menunjukkan bahwa persamaan yang terbentuk mengikuti persamaan polinomial yang ditunjukkan pada persamaan persamaan yang digunakan. Uji pemodelan yang digunakan, disajikan dalam **Tabel 3** dan **Tabel 4**.

**Tabel 2.** Tabel faktor optimasi dan respon hasil serapan

Faktor waktu	Faktor Rasio	Faktor Suhu	A <sub>420</sub>
2	1:03	30	2,854
2	1:01	30	2,796
6	1:03	30	1,996
4	1:02	40	2,292
4	1:02	40	3,155
2	1:03	50	3,097
6	1:03	50	4
6	1:01	30	2,959
2	1:01	50	3,398
4	1:02	40	4
6	1:01	50	1,86
4	1:02	40	2,187
4	1:02	23,18	3,097
4	1:02	56,82	3,398
4	1:3.68	40	3,523
7,36	1:02	40	2,456
4	1:02	40	2,137
4	1:02	40	2,367
2	1:02	40	2,187
4	1:0.32	40	2,638

**Tabel 3.** Tabel Pengujian Pemodelan Penelitian berdasarkan *Lack of Fit Test*

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F Value
Linear	3,89	11	0,35	2,06
<u>2FI</u>	3,76	8	0,47	2,74
Quadratic	<u>1,27</u>	<u>5</u>	<u>0,25</u>	<u>1,48</u>
Cubic	0	0		
Pure Error	0,69	4	0,17	

**Tabel 4.** Tabel Pengujian Pemodelan Penelitian berdasarkan Nilai  $R^2$

Source	Standart Deviasi	$R^2$
Linear	0.55	0.3815
<u>2FI</u>	0.61	0.3995
Quadratic	<u>0.47</u>	<u>0.7353</u>
Cubic	0.41	0.9073

**Tabel 3** menunjukkan bahwa persamaan (1) tepat untuk digunakan. Hal itu dapat dilihat dari *sum of square* bahwa *Linear*, *2FI*, dan *Quadratic* dapat digunakan untuk menentukan persamaan yang tepat. Persamaan (1) digunakan karena dapat menunjukkan hubungan antara faktor-faktor yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu waktu, rasio, dan suhu. Sedangkan pemodelan *Cubic* tidak tepat digunakan karena memiliki nilai *sum of square* sebesar 0,000. Selain dilihat berdasarkan nilai *sum of square*, uji pemodelan juga dilihat berdasarkan nilai  $R^2$ . Pemodelan *quadratic* menunjukkan bahwa nilai  $R^2$  yang digunakan cukup baik.

Berdasarkan pemodelan yang digunakan tersebut diperoleh nilai koefisien persamaan polinomial. Nilai koefisien tersebut digunakan untuk menentukan persamaan polinomial yang digunakan. Koefisien persamaan polinomial yang diperoleh dari penelitian ini ditunjukkan dalam **Tabel 5**.

Secara matematis, persamaan polinomial untuk tiga faktor pembentukan kompleks antara porfirin dengan ion  $Ag^+$  pada penelitian ini ditunjukkan pada persamaan berikut:

$$Y = -17,95 + 0,63X_1 + 13,26X_2 + 0,88X_3 - 3,7 \times 10^{-3}X_2X_3^2 - 0,46X_1X_3 + 0,04X_2^2X_3 - 0,08X_1^2 - 1,87X_2^2 - 9,68 \times 10^{-3}X_3^2$$

Dimana:

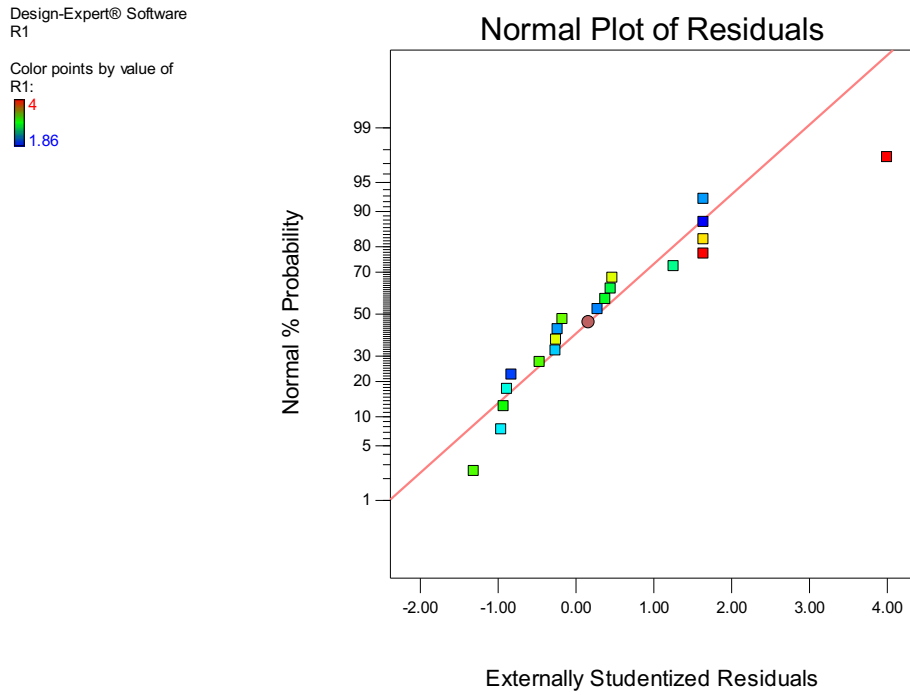
Y = Absorbansi kompleks Ag-porfirin

$X_1$  = waktu  
 $X_2$  = Rasio  
 $X_3$  = Suhu

**Tabel 5.** Tabel koefisien persamaan polinomial penelitian

Koefisien	A <sub>420</sub>
$\beta_0$	-17.95
Linear	
$\beta_1$	0.63
$\beta_2$	13.26
$\beta_3$	0.88
Kuadrat	
$\beta_{11}$	-0.082
$\beta_{22}$	-1.86
$\beta_{33}$	-9.680E-003
Interaksi	
$\beta_{23}$	-0,47
$\beta_{223}$	0.040
$\beta_{233}$	3.723E-003
$R^2$	0,7353
CV	12.19%

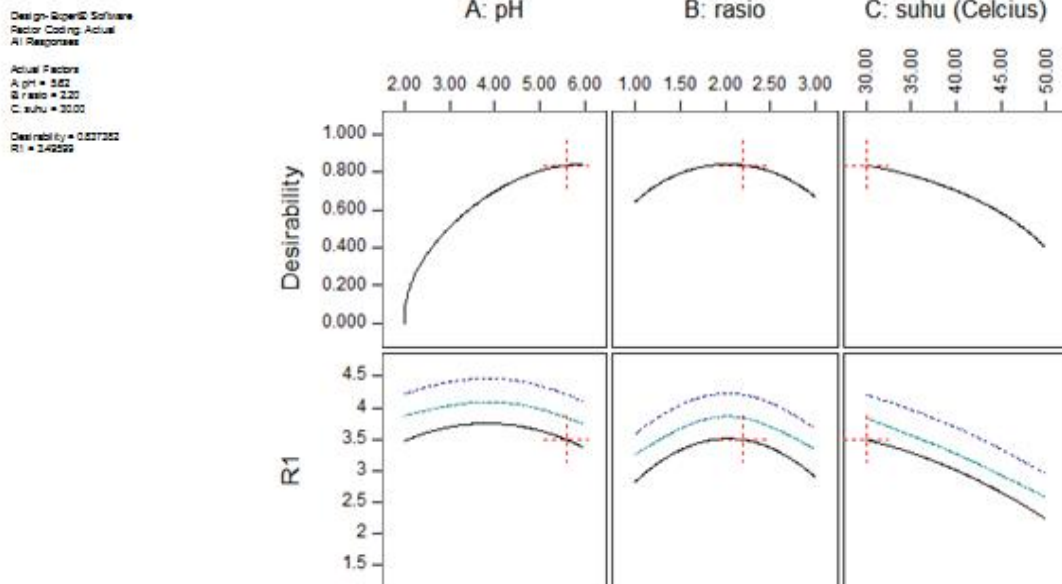
**Tabel 5** menunjukkan keakuratan model yang digunakan. Pada penelitian ini dapat diketahui dari nilai efisiensi determinasi  $R^2$  yaitu sebesar 0,7353. Hal tersebut menunjukkan bahwa 73,53% dari total variasi pada hasil percobaan terwakili dalam model yang digunakan. Hal itu juga menunjukkan bahwa nilai prediksi yang diberikan model 73,53% sesuai dengan data actual. Data prediksi dengan data aktual disajikan dalam **Gambar 1**. Pada grafik tersebut dapat dilihat bahwa nilai interaksi dari waktu, rasio, dan suhu pada pembentukan kompleks memiliki absorbansi tertinggi sebesar 4 dan terendah sebesar 1,86.



**Gambar 1.** Data Prediksi Model Vs Data Aktual

Hubungan dari waktu, rasio, dan suhu dalam pembentukan kompleks porfirin

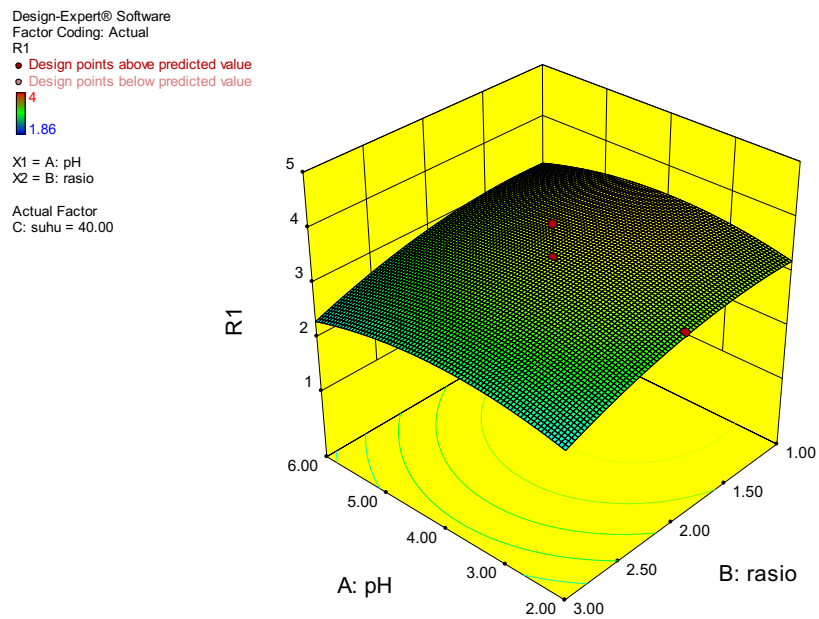
dengan ion  $Ag^+$  dapat diamati dalam **Gambar 2.**



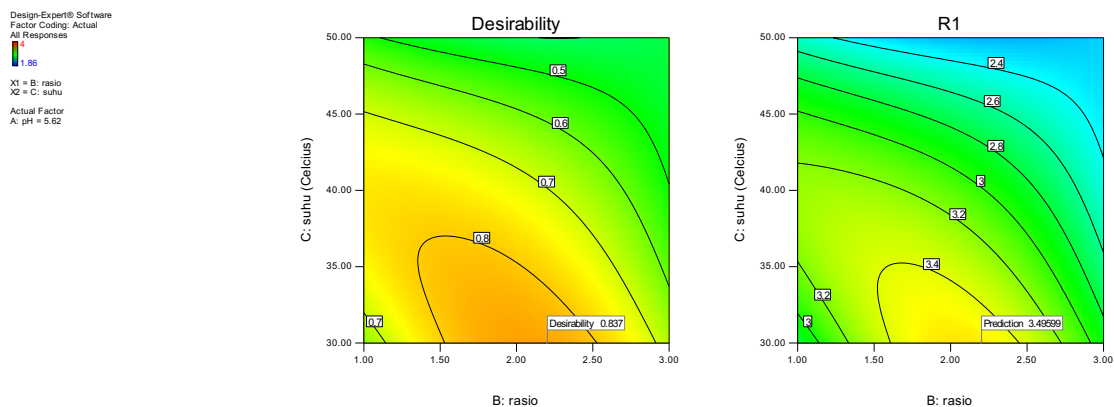
**Gambar 2.** Optimasi Interaksi Faktor Pembentukan Kompleks Ag-porfirin dalam Bentuk Kubus

Pada **Gambar 2** tersebut data disajikan dalam bentuk grafik hubungan faktor untuk menunjukkan tiga interaksi faktor dengan titik hasil interaksi yang dihasilkan. Titik interaksi optimum dengan absorbansi tertinggi ada pada titik A. Titik A adalah pembentukan kompleks

dengan waktu 5,62 jam, rasio atau perbandingan antara porfirin dengan ion  $Ag^+$  sebesar 1:2,20, dan suhu  $30^{\circ}C$ . Titik optimum tersebut dapat diamati pada **Gambar 3** dan **Gambar 4**, yaitu dalam bentuk 3D dan dalam bentuk 2D atau kontur.



**Gambar 3.** Optimasi Interaksi Faktor Pembentukan Kompleks Ag-porfirin dalam Bentuk 3D



**Gambar 4.** Optimasi Interaksi Faktor Pembentukan Kompleks Ag-porfirin dalam Bentuk 2D.

**KESIMPULAN**

Hasil kompleksasi optimal antara porfirin dengan ion perak dilihat pada panjang gelombang 845 nm yaitu pada waktu 5,62 jam; rasio 1:2.20, dan suhu sebesar 30°C. Hal tersebut diperoleh berdasarkan persamaan *Response Surface Method*  $Y = -17.95+0,63X_1+13.26X_2+0.88X_3-$

$$3.7 \times 10^{-3} X_2 X_3^2 - 0,46 X_1 X_3 + 0,04 X_2^2 X_3 - 0,08 X_1^2 - 1,87 X_2^2 - 9,68 \times 10^{-3} X_3^2$$

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Kami menghaturkan terimakasih kepada Dirjen DIKTI melalui Penelitian Dosen Pemula tahun 2017 yang telah mendanai penelitian ini.

**DAFTAR RUJUKAN**

- Cannon, A., Pont, J. & Warner, J., 2012. Green Chemistry and the Pharmaceutical Industry. In: *Green Techniques for Organic Synthesis and Medicinal Chemistry*. Massachusetts: Wiley, pp. 25-31.
- Gorchein, A., Lim, C. & Cassey, P., 2009. Extraction and analysis of colourful eggshell pigments using HPLC and HPLC/electrospray ionization tandem mass spectrometry.. *Biomed Chromatogr.* , pp. 602-606.
- Heleno, S. et al., 2016. Optimization of microwave-assisted extraction of ergosterol from *Agaricus bisporus* L. by products using response surface methodology. *Food and Bioproducts Processing*, pp. 25-35
- Keneddy, G. & Vevers, H., 1973. Eggshell pigments of the Araucano fowl. *Comp Biochem Physiol B.* , pp. 11-25
- Khatoon, N., Mazumder, J. & Sardar, M., 2017. Biotechnological Applications of Green Synthesized Silver Nanoparticles. *Journal of Nanosciences: Current Research*, 2(1), pp. 1-8.
- Prantisa, D., Martono, Y. & Riyanto, C. A., 2017. *Standardisasi Ekstrak Kulit Telur Puyuh Dari Tiga Daerah Berbeda Berdasarkan Kandungan Porfirin*. Surakarta, Univesitas Sebelas Maret, pp. 196-201.