

## EKSTRAKSI PROTOPORFIRIN IX DARI KERABANG TELUR PUYUH (*Cortunix cortunix*) DAN KOMPLEKSASINYA DENGAN Ni(II) SERTA POTENSINYA SEBAGAI PEWARNA KAIN ALAMI

Ronal Febria Hindra, Cucun Alep Riyanto, dan Yohanes Martono

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana  
Jl. Diponegoro No. 56-62, Salatiga, Jawa Tengah

E-mail: [ronalfebria15@gmail.com](mailto:ronalfebria15@gmail.com)

Received: 5 Pebruari 2018; revised: 21 Pebruari 2018; accepted: 15 Maret 2018

### ABSTRAK

**EKSTRAKSI PROTOPORFIRIN IX DARI KERABANG TELUR PUYUH (*Cortunix cortunix*) DAN KOMPLEKSASINYA DENGAN Ni(II) SERTA POTENSINYA SEBAGAI PEWARNA KAIN ALAMI.** Protoporfirin IX merupakan suatu pigmen warna yang terdapat pada kerabang telur puyuh. Karena sifat pewarna alami yang mudah luntur, maka perlu dilakukan kompleksasi dengan ion logam. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan kondisi optimum dari reaksi kompleksasi protoporfirin IX dengan ion logam Ni(II) menggunakan *Response Surface Methodology (RSM)* dengan *central composite design 3<sup>3</sup>* model kuadratik yang dimodifikasi. Faktor yang digunakan adalah variasi pH ( $X_1$ ), rasio ( $X_2$ ), dan waktu reaksi ( $X_3$ ). Hasil ekstraksi protoporfirin IX yang telah dilakukan memiliki konsentrasi sebesar 0,01% (b/b) dari ekstrak kering. Hasil serapan kompleks Ni(II)-protoporfirin IX yang didapat menunjukkan adanya pergeseran sebesar 4 nm dari serapan protoporfirin IX dan 9 nm dari serapan larutan Ni(II). Kondisi optimum yang diperoleh adalah pada pH 3,16 ; rasio 1:10,98 ; dan waktu 65,98 menit melalui persamaan polinomial orde 2 :

$$Y = -13,74686 + 1,84009X_1 + 2,78333X_2 - 0,013562X_3 - 0,36229X_1X_2 + 4,71624 \times 10^{-3}X_1X_3 + 1,35833 \times 10^{-3}X_2X_3 + 6,10391X_1^2 \times 10^{-3} - 0,13055X_2^2 - 4,85020 \times 10^{-5}X_3^2 - 1,79167 \times 10^{-4}X_1X_2X_3 + 3,17621 \times 10^4X_1^2X_2 - 3,49947 \times 10^{-4}X_1^2X_3 + 0,016818X_1X_2^2$$

Kata kunci : Kerabang telur puyuh, Nikel(II), Protoporfirin IX, Pewarna alami, *Response surface methodology*

### ABSTRACT

**EXTRACTION OF PROTOPORPHYRIN IX FROM QUAIL EGGSHELL (*Cortunix cortunix*) AND ITS COMPLEXATION WITH Ni (II) AS NATURAL FABRICS DYES.** Protoporphyrin IX is a color pigment found in the quail eggshell. Due to the nature of the natural dyes that easily fade, it is necessary to do the complexation with metal ions. This study aims to determine the optimum condition of the reaction complexes of protoporphyrin IX with Ni (II) metal ions using *Response Surface Methodology (RSM)* with 33 modified quadratic center composite design. Factors used were variation of pH ( $X_1$ ), ratio ( $X_2$ ), and reaction time ( $X_3$ ). The concentration of protoporphyrin IX obtained from extraction was 0.01% of the dried extract. The result of the Ni (II)-protoporphyrin IX adsorption showed a shift of 4 nm from protoporphyrin IX and 9 nm absorption from Ni (II) solution adsorption. The optimum condition obtained was at pH 3.16; ratio 1: 10,98 through the 2nd order polynomial equation :

$$Y = -13,74686 + 1,84009X_1 + 2,78333X_2 - 0,013562X_3 - 0,36229X_1X_2 + 4,71624 \times 10^{-3}X_1X_3 + 1,35833 \times 10^{-3}X_2X_3 + 6,10391X_1^2 \times 10^{-3} - 0,13055X_2^2 - 4,85020 \times 10^{-5}X_3^2 - 1,79167 \times 10^{-4}X_1X_2X_3 + 3,17621 \times 10^4X_1^2X_2 - 3,49947 \times 10^{-4}X_1^2X_3 + 0,016818X_1X_2^2$$

Key words : Quail eggshell, Nickel(II), Protoporphyrin IX, Natural dye, *Response surface methodology*

### PENDAHULUAN

Pewarna alami merupakan pewarna alternatif yang kini mulai dikembangkan. Pewarna alami lebih banyak diperoleh dari tanaman ataupun hewan berupa pigmen warna seperti klorofil, tanin, karotenoid, biliverdin, protoporfirin IX, dan antosianin (Haerudin dan

Farida 2017). Salah satu sumber pewarna alami adalah kerabang telur puyuh.

Produksi telur puyuh sendiri mengalami peningkatan dari tahun 2013 hingga tahun 2017 (Kementerian Pertanian RI 2017). Faktor peningkatan produksi telur puyuh inilah yang membuat limbah kerabang telur puyuh juga

semakin meningkat setiap tahunnya. Selama ini masih sedikit pemanfaatan dari limbah kerabang telur puyuh. Pada penelitian Kombado, Kristijanto, dan Hastuti (2014), mulai dimanfaatkan ekstrak kasar pada kerabang telur sebagai pewarna batik alami.

Salah satu pigmen yang terdapat pada kerabang telur puyuh adalah protoporfirin IX yang memberikan warna kecoklatan berbintik-bintik hitam yang tidak beraturan (Kennedy dan Vevers 1973). Protoporfirin IX adalah suatu senyawa organik yang mengandung empat cincin pirol, suatu cincin segi lima yang terdiri dari empat atom karbon dengan atom nitrogen pada satu sudut (Kombado, Kristijanto, dan Hastuti 2014). Protoporfirin IX inilah yang menjadi potensi sebagai pewarna alami, namun kelemahan pewarna alami adalah mudah luntur dan mudah kusam (Prabhu dan Teli 2014). Salah satu cara untuk memperkuat daya tahan kelunturan pewarna alami dapat dilakukan penambahan mordant atau kompleksasi dengan ion logam.

Protoporfirin IX yang memiliki empat atom nitrogen mampu mengikat ion logam seperti magnesium, besi, seng, nikel, kobal, tembaga dan perak (Biesaga, Pzyryn, dan Trojanowicz 2000). Pigmen protoporfirin IX dapat diisolasi dari kerabang telur puyuh melalui metode ekstraksi. Ekstraksi protoporfirin IX dilakukan menggunakan metode maserasi dalam suasana asam dengan asam klorida dan pelarut metanol dengan perbandingan 1:2 (Wang *et al.* 2007). Porfirin memiliki spektrum sinar tampak kuat pada kisaran 400 nm - 450 nm disebut sebagai Soret, dan 500 nm - 700 nm terdapat 4 puncak berbeda disebut dengan puncak Q (Gottfried 2015). Namun, masih sedikit penelitian yang melakukan kompleksasi ion logam dengan ekstrak protoporfirin IX dari kerabang telur puyuh. Logam yang bisa dikompleksasi dengan protoporfirin IX adalah ion logam Ni(II).

Penggunaan ion Ni(II) dilakukan karena memiliki kemampuan untuk berkoordinasi dengan berbagai macam ligan yang didukung dengan energi penstabilan medan kristal *Crystal Field Stabilization Energy (CFSE)* yang cenderung sedang dibandingkan ion logam transisi deret pertama lainnya, sehingga mudah membentuk senyawa kompleks (Cotton dan Wilkinson 1984). Ion logam Ni(II) memiliki *ionic radius* (jari-jari ionik) pada kisaran 69 pm (Elddeen 2016). Jari-jari ini sesuai dengan sifat porfirin yang mampu berikatan dengan ion logam yang memiliki *ionic radius* pada kisaran 70 pm (Kilian, Pęgier, dan Pzyrzyńska 2016). Kompleksasi ini juga dilakukan untuk mengikat dan memperkuat warna agar pewarna alami dapat bertahan dari kelunturan dan tidak mudah kusam (Samanta dan Konar 2011). Penelitian kompleksasi protoporfirin IX dengan ion logam telah banyak dilakukan, namun untuk penelitian

kompleksasi protoporfirin IX yang didapat dari ekstrak kerabang telur puyuh baru dilakukan dengan dua ion logam yakni Cu(II) dan Al(III) (Prantisa, Martono, dan Riyanto 2017; Saputra, Martono, dan Riyanto 2017).

Prospek aplikasi dari penelitian ini mengarah kepada kegunaan ekstrak protoporfirin IX sebagai pewarna kain alami. Adapun sifat dan karakteristik yang harus dimiliki oleh pewarna kain alami adalah kestabilan warna, meliputi intensitas warna dan ketahanan terhadap kelunturan oleh beberapa kondisi seperti pencucian, pH, suhu, dan paparan sinar matahari (Wijana *et al.* 2015; Anzani, Pulungan, dan Lutfi 2016; Sofyan dan Failisnur 2014).

Intensitas warna diukur menggunakan persamaan Kubelka-Munk (K/S), dimana nilai dari K/S semakin tinggi maka warna yang terlihat semakin kuat dan tua (Sofyan and Failisnur 2014). Pengukuran nilai K/S melibatkan nilai reflektansi serapan pada panjang gelombang tertentu yang menunjukkan terbentuknya ikatan antara logam-pewarna dengan serat kain (Sunaryati, Hartini, dan Tekstil 2000; Mirjalili dan Karimi 2013). Adapun nilai yang dibutuhkan untuk ketahanan luntur berbagai kondisi harus mencapai nilai 4-5 untuk dikategorikan baik-baik sekali (Anzani, Pulungan, dan Lutfi 2016; Sofyan dan Failisnur 2014).

Berdasarkan latar belakang yang ada, penelitian ini bertujuan untuk melakukan optimasi reaksi kompleksasi antara ekstrak protoporfirin IX kerabang telur puyuh dengan ion Ni(II) berdasarkan variasi pH, waktu reaksi dan rasio konsentrasi ion Ni(II) dengan ekstrak protoporfirin IX kerabang telur puyuh dan menentukan faktor yang berpengaruh pada reaksi kompleksasi yang terjadi.

Adapun penelitian ini dilakukan guna mencari tahu kondisi optimum ikatan kompleks yang terjadi, sehingga mampu meningkatkan kestabilan warna meliputi ketahanan warna dan intensitas warna yang kemudian mampu diaplikasikan sebagai pewarna kain alami.

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Sampel limbah kerabang telur puyuh diperoleh dari pedagang di Pasar Salatiga. Bahan yang digunakan meliputi HCl<sub>(p)</sub>, metanol, NiSO<sub>4</sub>•6H<sub>2</sub>O, dan larutan *buffer* CH<sub>3</sub>COONa/CH<sub>3</sub>COOH. Semua bahan yang digunakan berderajat PA (*Pro-Analysis*) diperoleh dari Merck.

Piranti yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya spektrofotometer UV/Vis (*Optizen* 2120), neraca dengan ketelitian 0,01 g (*Ohaus* TAJ601), neraca analitis dengan ketelitian 0,1 mg (*Ohaus* PA214), pH meter (*Hanna* HI 9812), *shaker* (*IKA Labortechnik* KS501 *digital*),

rotary evaporator (Buchi R-114), dan

## Metode

### Preparasi Sampel (Kombado, Kristijanto, dan Hastuti 2014)

Kerabang telur puyuh dicuci dan dikeringkan dalam *dryer cabinet* selama 24 jam. Setelah kering sampel dihaluskan dan kemudian diayak dengan ukuran 20 mesh.

### Ekstraksi Protoporfirin IX (Prantisa, Martono, dan Riyanto 2017; Wang et al. 2007 yang dimodifikasi)

Metode ekstraksi yang digunakan adalah metode maserasi. Seberat 50,00 g serbuk kerabang telur puyuh dimaserasi kedalam metanol 96% yang mengandung HCl<sub>(p)</sub> dengan perbandingan metanol dan HCl<sub>(p)</sub> 2:1 (v/v). Sampel dilakukan maserasi secara bertingkat dengan waktu masing-masing perendaman selama satu jam pada suhu ruang dengan menggunakan *shaker* pada kecepatan 85 rpm. Maserasi dilakukan hingga diperoleh larutan yang jernih atau tidak mengandung protoporfirin IX lagi.

### Kompleksasi (Prantisa, Martono, dan Riyanto 2017; Saputra, Martono, dan Riyanto 2017 yang dimodifikasi)

Kompleks Ni-protoporfirin IX dibuat dengan cara mereaksikan ekstrak protoporfirin IX dan ion logam Ni(II) dengan perbandingan mol 1:10; 1:11; dan 1:12. Ekstrak protoporfirin IX diatur pH-nya (2; 4; dan 6) dengan menambahkan larutan *buffer* CH<sub>3</sub>COONa/CH<sub>3</sub>COOH dan HCl 0,1 M. Reaksi dilakukan di dalam labu tertutup dengan suhu 50 °C

*ultrasonicator* (Krisbow DSA50-GL<sub>2</sub>-2.5L). menggunakan *ultrasonicator* pada variasi waktu reaksi 30 menit; 60 menit; dan 90 menit.

Analisa pembentukan kompleks Ni-protoporfirin IX berdasarkan pemindaian spektrofotometer UV/Vis pada kisaran panjang gelombang 300 nm - 900 nm.

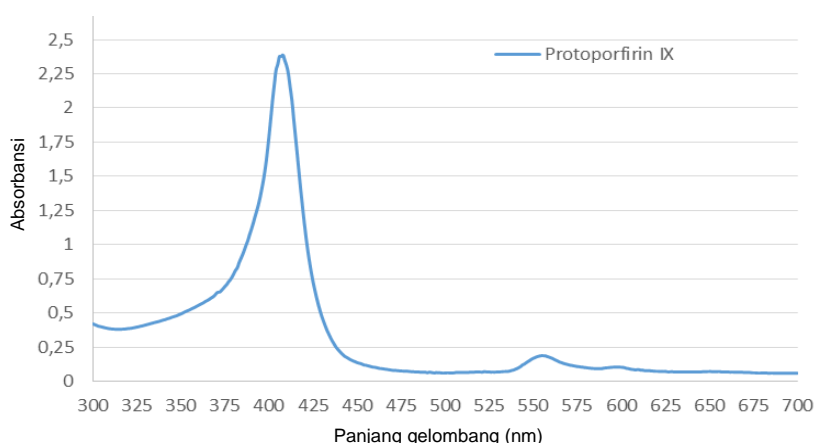
### Analisa Data (Heleno et al. 2016)

Optimasi reaksi kompleksasi dilakukan dengan metode *Response Surface Methodology* (RSM). Desain optimasi menggunakan model 3<sup>3</sup> *central composite design* dengan tiga variabel dan tiga level faktor. Sebagai variabel yaitu pH (X<sub>1</sub>), rasio larutan Ni(II) dengan ekstrak protoporfirin IX kerabang telur puyuh (X<sub>2</sub>), dan waktu reaksi (X<sub>3</sub>). Faktor X<sub>1</sub> meliputi pH 2; 4; dan 6. Faktor X<sub>2</sub> meliputi rasio ekstrak protoporfirin IX kerabang telur puyuh dan larutan logam Ni(II) 1:10; 1:11; dan 1:12 (mol/mol). Faktor X<sub>3</sub> meliputi waktu reaksi 30 menit; 60 menit; dan 90 menit.

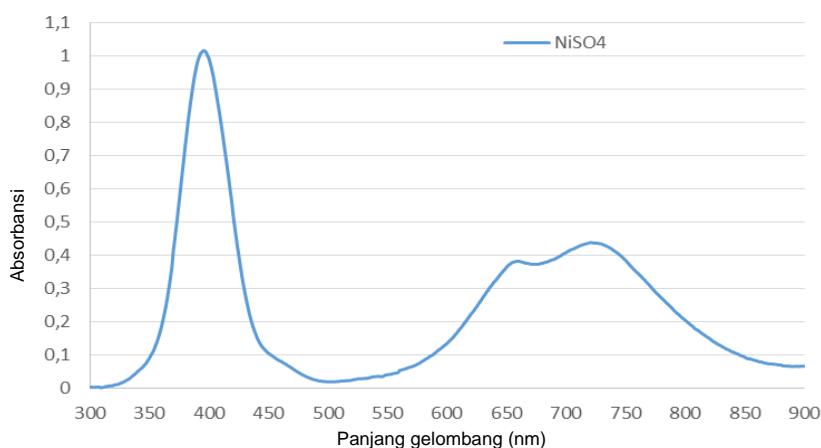
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Ekstraksi Protoporfirin IX

Protoporfirin IX yang didapat dari hasil ekstraksi memiliki konsentrasi sebesar 0,01% <sup>b</sup>/<sub>b</sub> dari ekstrak kering. Protoporfirin IX yang didapat dipindai menggunakan spektrofotometer UV/Vis pada kisaran panjang gelombang 300 nm - 700 nm. Hasil spektra yang didapat menunjukkan adanya satu puncak utama (*Soret*) pada panjang gelombang 408 nm dan dua puncak pendamping (*Q-band*) pada panjang gelombang 556 nm dan 598 nm. Adapun hasil spektra protoporfirin IX hasil ekstraksi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Spektra protoporfirin IX dengan pelarut metanol-HCl(p) pada kisaran 300 nm sampai dengan 700 nm dan dengan puncak tertinggi pada panjang gelombang 408 nm



Gambar 2. Hasil serapan spektra NiSO<sub>4</sub> didapat puncak tertinggi pada 395 nm, 658 nm dan 722 nm

Hasil serapan yang didapat menunjukkan kesesuaian terhadap penelitian Gottfried (2015) yang menyatakan bahwa senyawa turunan porfirin memiliki serapan kuat (*Soret*) pada kisaran panjang gelombang 400 nm - 450 nm dan serapan lemah pada kisaran panjang gelombang 500 nm - 700 nm. Dalam penelitian ini protoporfirin IX muncul pada serapan kuat di 408 nm dan 2 serapan lemah di 556 nm dan 598 nm. Jika dibandingkan dengan penelitian Fagadar-cosma *et al.* (2014) didapat serapan kuat dari senyawa turunan porfirin yakni 5-(4-pyridyl)-10,15,20-tris(3,4-dimethoxyphenyl) porfirin pada 423 nm dan terdapat 4 serapan lemah di 516 nm; 553 nm; 593 nm; dan 650 nm dalam pelarut metanol dan HCl 0,1N. Hal ini dikarenakan perbedaan substituen dari tiap senyawa turunan porfirin yang ada sangat berpengaruh dan pelarut yang digunakan. Namun hasil keduanya masuk dalam kisaran serapan senyawa porfirin. Hal ini diperkuat pada penelitian Prantisa, Martono, dan Riyanto (2017); Saputra, Martono, dan Riyanto (2017) yang memperoleh serapan UV/Vis protoporfirin pada panjang gelombang 409 nm.

### Kompleksasi Ni(II)

Kompleksasi dilakukan dengan mencampurkan larutan Ni<sup>2+</sup> dengan ekstrak protoporfirin IX dengan perbandingan mol 9,32:1 ; 10:1 ; 11:1 ; 12:1 ; dan 12,68:1. Adapun spektra Ni<sup>2+</sup> yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2. Serapan panjang gelombang Ni<sup>2+</sup> yang didapat tidak berbeda jauh dengan penelitian Liu, Migdisov, dan Williams-Jones

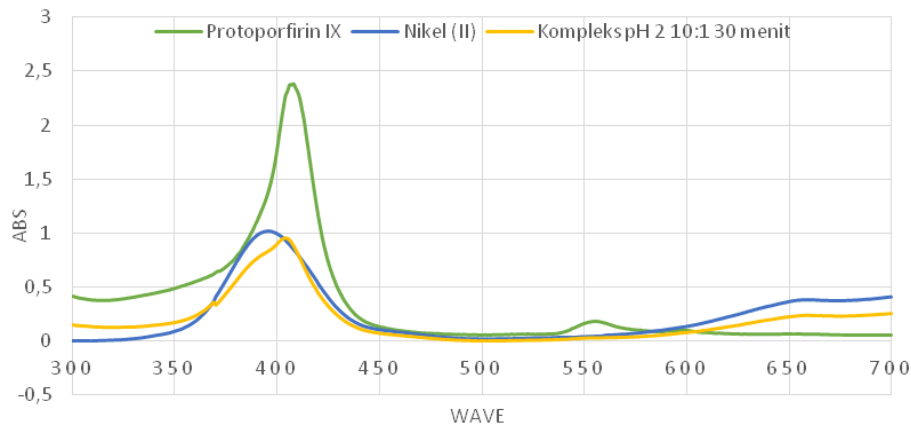
(2012) yakni pada panjang gelombang 395 nm, 658 nm dan 722 nm.

Spektra Ni(II) yang diperoleh menunjukkan bahwa pada panjang gelombang 395 nm terjadi transisi dari <sup>3</sup>A<sub>2g</sub> ke <sup>3</sup>T<sub>1g</sub> pada kisaran panjang gelombang ~500 nm - 350 nm, sedangkan pada panjang gelombang 658 nm dan 722 nm terjadi transisi dari <sup>3</sup>A<sub>2g</sub> ke <sup>3</sup>T<sub>1g</sub> pada kisaran panjang gelombang 800 nm - 500 nm (Cotton dan Wilkinson 1984).

Hasil serapan dari kompleksasi protoporfirin IX dan Ni<sup>2+</sup> didapat pada panjang gelombang 404 nm untuk serapan puncaknya, sehingga terjadi pergeseran sebesar 4 nm ke kiri dari puncak serapan senyawa protoporfirin IX dan 9 nm dari puncak serapan Ni<sup>2+</sup>.

Hasil spektra serapan UV/Vis kompleks dapat dilihat pada Gambar 3. Pada penelitian Eiro dan Heinonen (2002) menunjukkan pergeseran minimum sebesar 2,5 nm dalam reaksi. Pada penelitian Triyani, Suhartana, dan Sriatun (2013) didapat pergeseran serapan sebesar 8 nm pada senyawa kompleks Ni(II)-sulfanilamid. Maka hasil yang diperoleh telah menunjukkan terbentuknya senyawa Ni(II)-protoporfirin IX. Hal ini dikarenakan pada serapan kompleks bergeser pada panjang gelombang yang lebih pendek dari panjang gelombang protoporfirin IX semula (Triyani, Suhartana, dan Sriatun 2013).

Data absorbansi pada panjang gelombang maksimum 404 nm dianalisa menggunakan metode *Response Surface Methodology* (RSM) dengan desain *3<sup>3</sup> central composite design*. Hasil pemodelan yang digunakan adalah *quadratic*.



Gambar 3. Hasil serapan uv/vis ekstrak protoporphirin IX, larutan NiSO<sub>4</sub>, dan kompleks dengan kombinasi pH 2 rasio 1:10 waktu 30 menit

Tabel 1. Analisa Varian Respon Absorbansi 404 nm

Sumber ragam	Db	JK	KT	Nilai F	Nilai P Prob>F	Keterangan
Model	13	0,15	0,012	108,15	<0,0001	Signifikan
pH	1	0,030	0,030	279,47	<0,0001	
Rasio	1	0,001152	0,001152	10,64	0,0172	
Waktu	1	0,004513	0,004513	41,68	0,0007	
pH*Rasio	1	0,000008	0,000008	0,074	0,7949	
pH*Waktu	1	0,0000845	0,0000845	0,78	0,4110	
Rasio*Waktu	1	0,002965	0,002965	27,38	0,0020	
pH <sup>2</sup>	1	0,030	0,030	276,73	<0,0001	
Rasio <sup>2</sup>	1	0,058	0,058	532,91	<0,0001	
Waktu <sup>2</sup>	1	0,027	0,027	253,63	<0,0011	
pH*Rasio*Waktu	1	0,0009245	0,0009245	8,54	0,0266	
pH <sup>2</sup> *Rasio	1	0,000005349	0,000005349	0,049	0,8315	
pH <sup>2</sup> *Waktu	1	0,005844	0,005844	53,97	0,0003	
pH*Rasio <sup>2</sup>	1	0,003749	0,003749	34,63	0,0011	
Sisa	6	0,0006496	0,0001083			Tidak signifikan
Lack of Fit	1	0,00004078	0,00004078	0,33	0,5879	
Pure of Fit	5	0,0006088	0,0001218			
Cor Total	19	0,15				

Hasil analisa pemodelan polinomial orde dua pada penelitian ini dapat dituliskan dalam bentuk persamaan matematika pada persamaan (1) sebagai berikut:

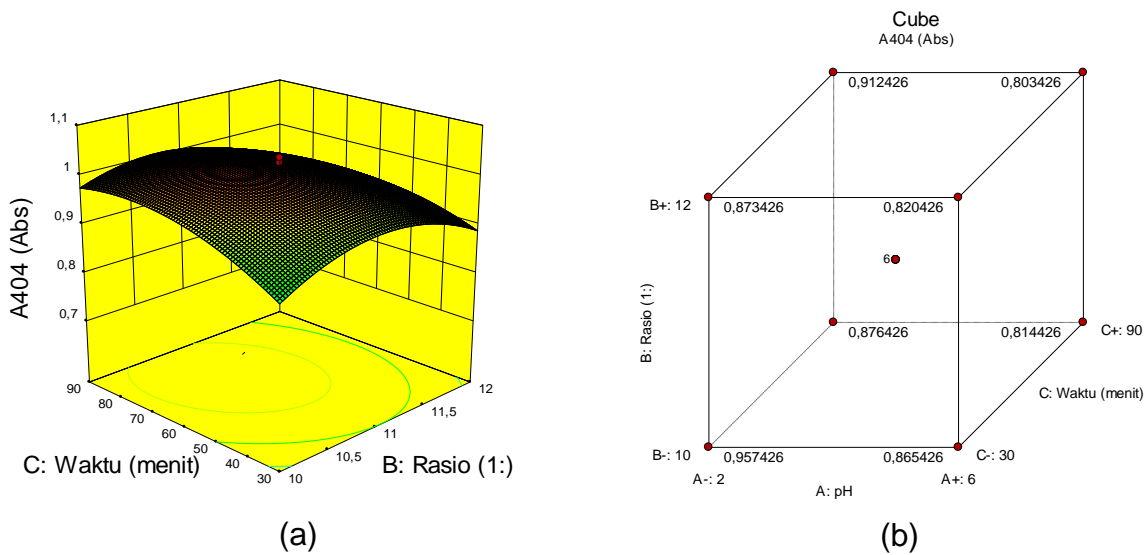
$$Y = -6.15076 - 0.14178X_1 + 1.30538X_2 + 0.013974X_3 + 0.018407X_1X_2 - 1.70913 \times 10^{-4}X_1X_3 - 6.18832 \times 10^{-4}X_2X_3 - 0.011030X_1^2 - 0.061796X_2^2 - 4.68596 \times 10^{-5}X_3^2 \quad (1)$$

Y menunjukkan respon absorbansi 404 nm, X<sub>1</sub> menunjukkan faktor pH, X<sub>2</sub> adalah faktor rasio dan X<sub>3</sub> merupakan faktor waktu.

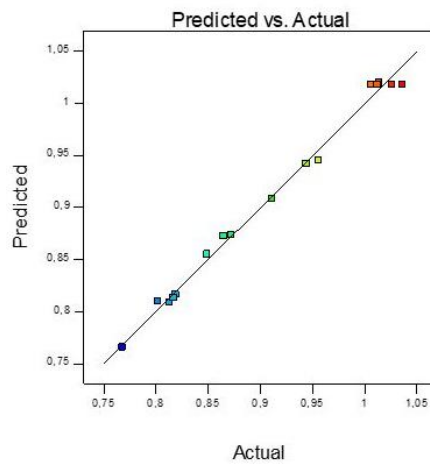
Data pada Tabel 1 menunjukkan bahwa model yang digunakan sudah sesuai (signifikan) dimana nilai P < 0,05. Pada Tabel 1 juga menunjukkan adanya interaksi yang terjadi antara rasio dengan waktu dan interaksi ketiganya (pH, rasio, dan waktu) yang ditunjukkan pada Gambar 4a dan Gambar 4b. Hasil analisa pada Tabel 1 juga menunjukkan bahwa faktor pH, rasio, dan waktu signifikan dilihat dari nilai P < 0,05, sehingga baik pH, rasio, waktu dan interaksi yang terjadi sangat berpengaruh dalam reaksi kompleksasi Ni(II)-protoporphirin IX.

Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Christensen dan Christensen (2000); Fujii *et al.* (2014); Lestari dan Aulia (2014) yang menunjukkan adanya pengaruh pH terhadap pembentukan kompleks. Pada penelitian yang dilakukan oleh Pekel dan Guven (1999) menunjukkan adanya pengaruh rasio konsentrasi antara logam dan ligan terhadap pergeseran serapan UV/Vis. Menurut Atkins *et al.* (2010) sifat dari ligan dapat mempengaruhi laju reaksi. Sehingga dapat dikatakan bahwa reaksi kompleksasi sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor tersebut.

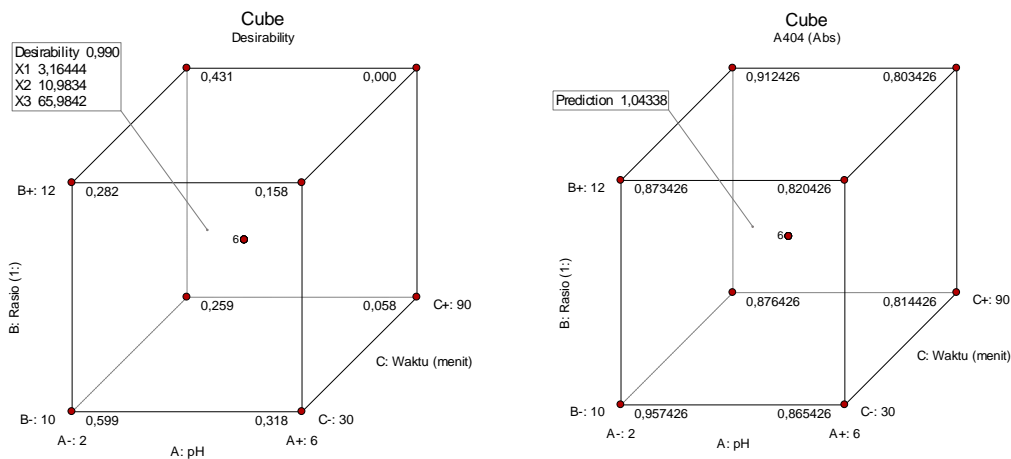
Nilai *Lack of Fit* yang didapat tidak signifikan menunjukkan bahwa data yang dianalisa atau disebut data aktual tidak berbeda jauh dengan data prediksi hasil pemodelan, dilihat dari nilai P > 0,05. Hal ini juga dapat dilihat pada Gambar 5. pada grafik tersebut didapat bahwa jumlah titik yang ada terbagi rata di kedua sisi garis melintang dan tidak mengelompok dalam satu sisi.



Gambar 4. Response surface ratio dan waktu (a) dan interaksi ketiganya (b) pada panjang gelombang 404 nm



Gambar 5. Prediksi vs Aktual



Gambar 6. Penentuan kombinasi optimum didapat pada kombinasi pH 3,16 rasio 1:10,98 dan waktu 65,98 menit

Data ini menunjukkan bahwa nilai prediksi sudah mendekati nilai aktual dari penelitian. Dapat dilihat juga pada Tabel 2. untuk data aktual dan prediksi dari analisa yang dilakukan. Pada analisa data diperoleh nilai % C.V. sebesar 1,21% dan  $R^2$  sebesar 0,9934 menunjukkan keakuratan model yang digunakan sudah baik dilihat dari nilai C.V. yang < 2% dan  $R^2$  sudah mendekati 1.

Optimasi data penelitian dapat dilihat dari interaksi yang terjadi antar ketiga faktor yakni pH, rasio, dan waktu. Interaksi ketiganya dapat dilihat dari Gambar 6. Penentuan kombinasi perlakuan optimum dilihat dari nilai absorbansi pada panjang gelombang 404 nm tertinggi. Pada Gambar 6. dapat dilihat bahwa kombinasi yang memberikan nilai absorbansi tinggi adalah pada kombinasi pH 3,16 rasio 1:10,98 dan waktu 65,98 menit dengan absorbansi sebesar 1,0434.

Tabel 2. Nilai aktual dan nilai prediksi

pH	Rasio	Waktu	Abs 404 nm	Nilai Prediksi
6	1:12	30	0,819	0,820
4	1:12,68	60	0,817	0,815
6	1:12	90	0,802	0,803
2	1:12	30	0,872	0,873
4	1:11	60	1,014	1,018
7,36	1:11	60	0,768	0,766
4	1:11	60	1,006	1,018
2	1:12	90	0,911	0,912
6	1:10	30	0,864	0,865
4	1:11	60	1,012	1,018
2	1:10	90	0,875	0,876
4	1:11	110,4	0,944	0,942
6	1:10	90	0,813	0,814
4	1:11	60	1,013	1,018
4	1:11	60	1,026	1,018
4	1:11	60	1,036	1,018
0,64	1:11	60	1,014	1,012
2	1:10	30	0,956	0,957
4	1:9,32	60	0,865	0,863
4	1:11	9,6	0,849	0,847

## KESIMPULAN

Kompleksasai Ni(II)-protoporfirin sangat dipengaruhi oleh pH, rasio, waktu dan interaksi ketiganya antara ekstrak protoporfirin IX dengan ion Ni(II). Hasil kompleksasi optimal pada panjang gelombang 404 nm didapat pada kombinasi pH 3,16 rasio 1:10,98 dan waktu 65,98 menit dengan absorbansi sebesar 1,0434.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anzani, S.D., M.H. Pulungan, dan S.R. Lutfi. 2016. "Pewarna Alami Daun Sirsak (*Annona Muricata* L.) Untuk Kain Mori Primiissima (Kajian : Jenis Dan Konsentrasi Fiksasi)." *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri* 5 (3): 132–39.
- Atkins, P., T. Overton, J. Rourke, M. Weller, F. Armstrong, dan M. Hagerman. 2010. *Inorganic Chemistry*. Fifth Ed. New York: W. H. Freeman and Company.
- Biesaga, M., K. Pyrzyń, dan M. Trojanowicz. 2000. "Porphyrins in Analytical Chemistry . A Review" 51: 209–24.
- Christensen, J.B., dan T.H. Christensen. 2000. "The Effect of pH on the Complexation of Cd, Ni and Zn by Dissolved Organic Carbon from Leachate-Polluted Groundwater." *Water Research* 34 (15): 3743–54. doi:10.1016/S0043-1354(00)00127-5.
- Cotton, F. A., dan G. Wilkinson. 1984. *Advanced Inorganic Chemistry*. Third Ed. USA: Wiley Eastern Ltd.
- Eiro, M. J., dan M. Heinonen. 2002. "Anthocyanin Color Behavior and Stability during Storage : Effect of Intermolecular Copigmentation." *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 50 (25): 7461–66. doi:10.1021/jf0258306.
- El-deen, G. E. S. 2016. "Sorption of Cu ( II ), Zn ( II ) and Ni ( II ) from Aqueous Solution Using Activated Carbon Prepared from Olive Stone Waste." *Advances in Environmental Technology* 3 (2015): 147–61. <http://aet.irost.ir>.
- Fagadar-cosma, E., D. Vlascici, G.Fagadar-cosma, A. Palade, A. Lascu, I. Creanga, M. Birdeanu, R. Cristescu, dan I. Cernica. 2014. "A Sensitive A3B Porphyrin Nanomaterial for CO<sub>2</sub> Detection." *Molecules* 19: 21239–52. doi:10.3390/molecules191221239.
- Fujii, M., A. Imaoka, C. Yoshimura, and T. D. Waite. 2014. "Effects of Molecular Composition of Natural Organic Matter on Ferric Iron Complexation at Circumneutral pH." *Environmental Science and Technology* 48 (8): 4414–24. doi:10.1021/es405496b.
- Gottfried, J. M., 2015. "Surface Chemistry of Porphyrins and Phthalocyanines." *Surface Science Reports* 70 (3): 259–379. doi:10.1016/j.surfrep.2015.04.001.
- Haerudin, A., dan Farida. 2017. "Limbah Serutan Kayu Matoa (*Pometia Pinnata*) Sebagai Zat Warna Alam Pada Kain Batik Katun." *Dinamika Kerajinan Dan Batik* 34 (1): 43–52.



- Heleno, S. A., M. A. Prieto, L. Barros, A. Rodrigues, M. F. Barreiro, dan I. C. F. R. Ferreira. 2016. "Optimization of Microwave-Assisted Extraction of Ergosterol from *Agaricus Bisporus* L. by-Products Using Response Surface Methodology." *Food and Bioproducts Processing* 100. Institution of Chemical Engineers: 25–35. doi:10.1016/j.fbp.2016.06.006.
- Kementerian Pertanian RI. 2017. *Statistik Peternakan Dan Kesehatan Hewan 2017 Livestock and Animal Health Statistics 2017*. Direktorat Jenderal Peternakan dan Kesehatan Hewan.
- Kennedy, G. Y., dan H. G. Vevers. 1973. "Eggshell Pigments of The Araucano Fowl." *Comp. Biochem. Physiol.* 44B: 11–25.
- Kilian, K., M. Pęgier, dan K. Pyrzyńska. 2016. "The Fast Method of Cu-Porphyrin Complex Synthesis for Potential Use in Positron Emission Tomography Imaging." *Spectrochimica Acta - Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy* 159: 123–27. doi:10.1016/j.saa.2016.01.045.
- Kombado, A.R., A. Ign. Kristijanto, dan D. K. A. K. Hastuti. 2014. "Limbah Kerabang Telur Puyuh (*Cortunix Cortunix Japonica*) Sebagai Pewarna Alami Kain Batik (Pengaruh Jenis Fiksatif Terhadap Ketahanan Dan Ketahanan Luntur Ditelaah Dengan Metode Pengolahan Citra Digital RGB)." Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga.
- Lestari, I., dan S. Aulia. 2014. "Sintesis Dan Karakterisasi Senyawa Kompleks Logam Kadmium (II) Dengan Ligan Kufperon." *Jurnal Penelitian Universitas Jambi Seri Sains* 16 (1): 1–8.
- Liu, W., A. Migdisov, dan A. Williams-Jones. 2012. "The Stability of Aqueous nickel(II) Chloride Complexes in Hydrothermal Solutions: Results of UV-Visible Spectroscopic Experiments." *Geochimica et Cosmochimica Acta* 94. Elsevier Ltd: 276–90. doi:10.1016/j.gca.2012.04.055.
- Mirjalili, M., dan L. Karimi. 2013. "Extraction and Characterization of Natural Dye from Green Walnut Shells and Its Use in Dyeing Polyamide: Focus on Antibacterial Properties." *Journal of Chemistry* 2013: 1–9. doi:10.1155/2013/375352.
- Pekel, N., dan O. Guven. 1999. "Investigation of Complex Formation between poly(N-Vinyl Imidazole) and Various Metal Ions Using the Molar Ratio Method." *Colloid and Polymer Science* 277 (6): 570–73. doi:10.1007/s003960050426.
- Prabhu, K. H., dan M. D. Teli. 2014. "Eco-Dyeing Using *Tamarindus Indica* L. Seed Coat Tannin as a Natural Mordant for Textiles with Antibacterial Activity." *Journal of Saudi Chemical Society* 18 (6). King Saud University: 864–72. doi:10.1016/j.jscs.2011.10.014.
- Prantisa, D., Y. Martono, dan C.A. Riyanto. 2017. "Standardisasi Ekstrak Kulit Telur Puyuh Dari Tiga Daerah Berbeda Berdasarkan Kandungan Porfirin." In *Seminar Nasional Kimia Dan Pendidikan Kimia IX (SN-KPK IX)*, 196–201.
- Samanta, A. K., dan A. Konar. 2011. *Dyeing of Textiles with Natural Dyes, Natural Dyes*. Edited by E. K. Kumbasar. InTech. <http://www.intechopen.com/books/natural-dyes/dyeing-of-textiles-with-natural-dyes>.
- Saputra, H., S. Yohanes. Martono, dan C.A. Riyanto. 2017. "Sintesis Pewarna Alami Kulit Telur Puyuh (*Cortunix cortunix* L.) Secara Kompleksasi Dengan Ion Al(III)." Universitas Kristen Satya Wacana, Salatiga.
- Sofyan, dan Failisnur. 2014. "Sifat Tahan Luntur Dan Intensitas Warna Kain Sutera Dengan Pewarna Alam Gambir (*Uncaria gambir* Roxb) Pada Kondisi Pencelupan Dan Jenis Fiksator Yang Berbeda." *Jurnal Litbang Industri* 4 (1): 1–8.
- Sunaryati, S., dan S. Hartini. 2000. "Pengaruh Tatacara Pencelupan Zat Warna Alam Daun Sirih Pada Hasil Pencelupan Kain Sutera." In *Prosiding Pertemuan Dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan Dan Teknologi Nuklir P3TM-BATAN*, 103–8.
- Triyani, N. F., Suhartana, dan Sriatun. 2013. "Sintesis Dan Karakterisasi Kompleks Ni(II)-EDTA Dan Ni(II)-Sulfanilamid." *Chem Info* 1 (1): 354–61.
- Wang, X-T, X-M Deng, C-J Zhao, J-Y Li, G-Y Xu, L-S Lian, dan C-X Wu. 2007. "Study of the Deposition Process of Eggshell Pigments Using an Improved Dissolution Method." *Poultry Science* 86 (10): 2236–38.
- Wijana, S., B. Suestining, D. Diyah, dan M. Adam. 2015. "Pengaruh Bahan Fiksasi Terhadap Ketahanan Luntur Dan Intensitas Warna Kain Mori Batik Hasil Pewarnaan Ekstrak Kulit Kayu Mahoni (*Swietenia mahagoni* (L) Jacq.)." In *Prosiding Seminar Agroindustri Dan Lokakarya Nasional FKPT-TPI*, 202–10.