Sintesis ferrat dari $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ dan NaOCl sebagai pendegradasi zat pewarna makanan *tartrazine*

Eldat Wira Santa^a, La Baru Moses^{*a}

^a Ilmu Kimia FMIPA, Universitas Negeri Manado, Tondano, 95619, Indonesia

INFO ARTIKEL

Diterima 23 Maret 2018
 Disetujui 30 Maret 2018

Key word:

Ferrate,
 Potassium Ferrate
 Tartrazine,

Kata kunci:

Ferrat,
 Kalium ferrat,
 tartrazin

ABSTRACT

This investigation was carried out in order to synthesize ferrate (FeO_4^{2-}) and was applied to the degradation of the food coloring agent of tartrazine. The synthesis of ferrate is carried out by the reaction of $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ and NaOCl as oxidants in alkaline conditions. The synthesis was monitored using a UV-Vis spectrophotometer and resulted in a wavelength of 510 nm. The resulting ferrate is crystallized using KCl. The resulting crystals are potassium ferrate of 0.977 g. The angle of potassium ferrate 2θ is measured with X-ray diffraction (XRD), which produces an angle of 2θ of $28,48^\circ$. Potassium ferrate was applied to degrade the tartrazine dye that was controlled using the UV-Vis spectrophotometer. The effect of several parameters on the tartrazine dye that degrades the reaction, such as the pH and the molar ratio of ferrate and tartrazine, was also studied in this study. The results showed that ferrate can degrade tartrazine at pH 9.6 with the highest degradation present in the molar ratio of ferrate and tartrazine 1: 5 which is 98.45%. This suggests that ferrate are an alternative and environmentally friendly substance that can be used to degrade tartrazine dye.

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mensintesis ferrat (FeO_4^{2-}) dan diaplikasikan pada pendegradasian zat pewarna makanan *tartrazine*. Sintesis ferrat dilakukan dengan mereaksikan $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3$ dan NaOCl sebagai oksidator pada kondisi alkalis. Sintesis dimonitor dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis dan menghasilkan panjang gelombang 510 nm. Ferrat yang dihasilkan kemudian dikristalisasi menggunakan KCl. Kristal yang dihasilkan yaitu kalium ferrat sebanyak 0,977g. Sudut 2θ kalium ferrat diukur menggunakan X-Ray Diffraction (XRD), yang menghasilkan sudut 2θ yaitu $28,48^\circ$. Kalium ferrat diaplikasikan untuk mendegradasi zat pewarna *tartrazine* yang dimonitor dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Pengaruh beberapa parameter dalam reaksi mendegradasi zat pewarna *tartrazine* seperti pH dan rasio molar dari ferrat dan *tartrazine* juga dipelajari pada penelitian ini. Hasil penelitian menunjukan bahwa ferrat dapat mendegradasi *tartrazine* pada pH 9,6 dengan presentasi degradasi terbesar terdapat pada rasio molar ferrat dan *tartrazine* 1:5 yaitu 98,45%. Hal ini menunjukan bahwa ferrat merupakan bahan alternatif dan ramah lingkungan yang dapat digunakan untuk mendegradasi zat pewarna *tartrazine*.

*e-mail:

Moses220222@gmail.com

*Telp:

(+62) 81343942005

Pendahuluan

Zat pewarna makanan merupakan zat yang ditambahkan pada makanan untuk membuat makanan tersebut terlihat menarik. Zat pewarna makanan terbagi atas zat pewarna alami dan zat pewarna buatan atau sintesis. Zat pewarna alami adalah zat warna yang diperoleh dari alam atau tumbuhan baik secara

langsung maupun tidak langsung seperti kunyit, daun suji, pandan dan sebagainya. Sedangkan zat pewarna buatan (sintesis) yaitu pewarna makanan yang dihasilkan dari proses sintesis senyawa kimia atau dari bahan alami yang diekstraksi secara kimiawi [1].

Secara umum, pewarna sintesis digolongkan sebagai pewarna asam, basa,

reaktif, azo, dan lain-lain. Penambahan zat pewarna sintesis pada makanan mempunyai dampak negatif bagi kesehatan manusia khususnya pewarna azo. Beberapa zat warna azo yang pernah diteliti menghasilkan produk yang bersifat toksik dari degradasinya, seperti benzin dan benzin tersubstitusi, 1,4-fenilendiamin, 1-amino-2-naftol. Zat-zat turunan azo tersebut merupakan produk degradasi dari zat pewarna yang bersifat toksik [2]. Salah satu kelompok zat warna azo adalah *tartrazine* yang memiliki rumus molekul $C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2$ dengan nama IUPAC yaitu *Trisodium (4E)-5-oxo-1-(4-sulfonatophenyl)-4-[(4-sulfonatophenyl) hydrazono]-3-pyrazolecarboxylate* [3].

Tartrazine adalah pewarna yang mudah larut dalam air yang dapat menyebabkan pencemaran air dan memiliki dampak negatif bagi tubuh manusia. Hal ini dapat meningkatkan hiperaktivitas pada anak, menimbulkan efek hipersensitif seperti kelesahan, dan sebagainya [4]. Salah satu metode kimia yang digunakan untuk mengurangi polusi air yaitu metode degradasi menggunakan oksidator. Suatu spesies dapat dikatakan oksidator apabila spesies tersebut mengandung atom dengan bilangan oksidasi tinggi. Menurut Panagiota dan Graham dalam Dwiasi dan Suyata, oksidator antara lain dapat digunakan dalam pengolahan limbah air, atau untuk mengoksidasi suatu senyawa guna mendapatkan senyawa baru yang dapat digunakan dalam penelitian. Sebagai contoh oksidator yang banyak digunakan adalah $(Cr_2O_7)^{2-}$, $(Cr)^{6+}$, MnO_4^- , $(Mn)^{7+}$, H_2O_2 , HNO_3 , ozon dan lain-lain. Namun demikian oksidator-oksidator ini tidak ramah lingkungan, karena bersifat toksik dan membentuk hasil samping yang cukup besar, berbahaya bagi lingkungan dan manusia [5]. Oleh karena itu, perlu digunakan suatu oksidator yang bersifat ramah lingkungan atau tidak mencemari lingkungan, dan efektif dalam mengoksidasi senyawa pencemar yaitu kalium ferrat (K_2FeO_4) atau dalam bentuk ionnya adalah ion ferrat (FeO_4^{2-}) [6]. Berdasarkan pernyataan tersebut maka dalam penelitian ini akan dilakukan sintesis dan aplikasi ferrat dari besi (III) nitrat $Fe(NO_3)_3$ dan natrium hipoklorida ($NaOCl$) sebagai pendegradasi

pewarna makanan *tartrazine*, dengan persamaan reaksi ionnya:
 $2Fe^{3+} + 3ClO^- + 10OH^- \rightarrow 2FeO_4^{2-} + 3Cl^- + 5H_2O$ [5].

Bahan dan Metode

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu $Fe(NO_3)_3$ 0,3 M (Merck), Kalium Klorida (KCl) (Merck), Kalium hidroksida (KOH) (Merck), *Tartrazine* ($C_{16}H_9N_4Na_3O_9S_2$), $NaOCl$ 5,25 % (merck), Larutan buffer basa pH 9.

Sintesis ferrat

Sintesis ferrat dilakukan dengan mereaksikan 40 mL larutan $NaOCl$ 5,25% dengan 12 gram KOH. Larutan diaduk hingga KOH larut sempurna, kemudian ditambahkan 1 mL $Fe(NO_3)_3$. Larutan diaduk kembali hingga larutan berubah warna menjadi ungu, kemudian ditutup dan didiamkan selama satu hari. Panjang gelombang maksimum ferrat ditentukan dengan spektrofotometer UV-Vis.

Sintesis kalium ferrat

Larutan ferrat yang telah didiamkan selama satu hari pada preparasi sebelumnya disaring dengan *glasswool*. Kemudian direaksikan dengan larutan KCl 0,3 M dalam erlenmeyer 50 mL. Setelah itu erlenmeyer ditutup dan larutan didiamkan lagi selama 3 hari. Selanjutnya campuran disentrifugasi selama 10 menit dengan kecepatan 2000 rpm hingga menghasilkan endapan hitam dan dikeringkan di bawah lampu pijar untuk mengurangi kadar air, untuk selanjutnya dikarakterisasi dengan XRD.

Penentuan panjang gelombang maksimum tartrazine

Diambil 0,5 mL larutan zat warna *tartrazine* dengan konsentrasi $5,1 \times 10^{-4}$ M, kemudian diencerkan dengan akuades menjadi 25 mL. Larutan diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis dengan panjang gelombang 400 nm sampai 700 nm.

Penentuan pH optimum degradasi

Penentuan pH optimum degradasi dilakukan dengan membuat rasio molar ferrat : zat warna *tartrazine* yaitu 1:1. Sebanyak 1 mL larutan diatur pH nya pada rentang 8-10

dengan menggunakan buffer basa, kemudian larutan diukur absorbansinya pada panjang gelombang zat warna *tartrazine*.

Penentuan Rasio Molar Optimum

Penentuan rasio molar dilakukan dengan membuat perbandingan molar Ferrat : zat warna *tartrazine*, dengan perbandingan 1:1; 1:2; 1:3; 1:4; 1:5. Sampel dengan perbandingan berbeda di vortex selama 30 menit pada pH optimum degradasi. Absorbansi larutan diukur menggunakan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum pengukuran larutan *tartrazine*.

Penentuan persentase degradasi zat warna Tartrazine

Penentuan persentase degradasi zat warna *tartrazine* dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\% \text{ degradasi} = \frac{[MB]_{awal} - [MB]_{akhir}}{[MB]_{awal}} \times 100\%$$

Hasil dan Pembahasan

1. Sintesis Ferrat

Sintesis ferrat dilakukan dengan melarutkan padatan KOH dengan larutan NaOCl 5,25%, selanjutnya ditambahkan larutan Fe(III) dengan tujuan agar spesies Fe(III) dioksidasi oleh NaOCl dalam suasana basa menjadi Fe(VI). Reaksi penambahan $Fe(NO_3)_3$ sebagai Fe(III) pada sintesis dilakukan setetes demi setetes sambil diaduk agar panasnya merata. Reaksi ini akan menghasilkan warna ungu tua yang menunjukkan bahwa Fe(III) telah teroksidasi menjadi Fe(VI). Reaksi pembentukan ferrat ditunjukkan oleh reaksi berikut ini:

Larutan ini didiamkan selama sehari dengan tujuan agar ferrat yang dihasilkan stabil. Hal ini ditunjukkan dengan tidak berubahnya lagi warna larutan yang terbentuk. Larutan ini kemudian dianalisis menggunakan spektroskopi UV-Vis untuk menentukan panjang gelombang maksimumnya.

Pengukuran dilakukan pada rentang panjang gelombang antara 400 nm sampai 700 nm. Dari hasil pengukuran diperoleh panjang gelombang optimum adalah 510 nm dengan absorbansi 2,42, data yang diperoleh sesuai

dengan hasil penelitian dari Nurhayati R. dan Nita K. yang menyatakan bahwa panjang gelombang optimum ferrat dari 505-510 nm [7]. Kurva panjang gelombang optimum ditunjukkan pada Gambar 1.

Gambar 1. kurva panjang gelombang optimum ferrat

Hasil sintesis ferrat ini, kemudian dikristalisasi menggunakan KCl agar dapat dikarakteristik menggunakan XRD.

2. Sintesis Kalium Ferrat (K_2FeO_4)

Ferrat yang dihasilkan dari sintesis kemudian dikristalisasi dengan menambahkan KCl 0,3M secara berlebih, kemudian didiamkan selama 3 hari agar seluruh ferrat mengendap sebagai kalium ferrat (K_2FeO_4). Endapan dipisahkan melalui sentrifugasi dengan kecepatan 2000 rpm selama 10 menit. Endapan yang diperoleh selanjutnya dikeringkan lalu ditimbang dan menghasilkan kristal 0,977g. Kristal tersebut kemudian dikarakterisasi dengan XRD. Spektra XRD dari K_2FeO_4 ditunjukkan pada Gambar 2.

Gambar 2. Spektra XRD K_2FeO_4

Spektra XRD yang dihasilkan memiliki puncak tertinggi pada sudut $2\theta = 28,48^\circ$. Spektra yang dihasilkan menunjukkan intensitas yang besar pada harga sekitar 25° sampai 35° . Adanya intensitas yang

besar pada 20 tersebut menunjukkan bahwa endapan yang dihasilkan berbentuk kristalin. Kalium ferrat ini, kemudian digunakan untuk mendegradasi zat pewarna makanan *tartrazine*.

3. Penentuan panjang gelombang optimum *tartrazine*

Zat warna sintesis yang digunakan pada penelitian ini yaitu *tartrazine* yang tergolong sebagai senyawa azo, karena mengandung gugus fungsi $R-N=N-R'$ dimana R dan R' berupa aril atau alkil. Larutan *tartrazine* dianalisis panjang gelombang optimumnya dengan menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Hasil pengukuran diperoleh panjang gelombang optimumnya adalah 428,1 nm. Kurva penentuan panjang gelombang optimum *tartrazine* dapat dilihat pada Gambar 3.

Gambar 3. Kurva penentuan panjang gelombang optimum *tartrazine*.

4. Penentuan pH Optimum Degradasi

Dalam penentuan pH optimum degradasi *tartrazine* dilakukan dengan perbandingan ferrat : *tartrazine* yaitu 1:1. Optimasi dilakukan pada range pH 9,2-9,8. pH optimum untuk degradasi *tartrazine* diperoleh pada pH 9,63. Pengaruh pH terhadap degradasi *tartrazine* dapat dilihat pada Gambar 4.

Gambar 4. pH optimum degradasi

5. Penentuan Rasio Molar Optimum

Pada penentuan rasio molar optimum dilakukan dengan membuat perbandingan molar ferrat : zat warna *tartrazine* yaitu 1:1 sampai 1:5. Kemudian divortex sampel yang

memiliki perbandingan berbeda tersebut pada pH optimum degradasi yaitu pH 9,6. Selesai divortex diukur absorbansinya dan menghasilkan absorbansi masing-masing dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Data absorbansi rasio molar optimum dari ferrat : *tartrazine* dari 1:1 sampai 1:5

pH/ A ₀	A ₁				
	(1:1)	(1:2)	(1:3)	(1:4)	(1:5)
9.63/ 2.323	0.038	0.038	0.039	0.037	0.036

4. Penentuan Presentasi Degradasi Zat Pewarna *Tartrazine*

Presentasi degradasi zat warna *tartrazine* dapat dihitung menggunakan data Tabel 1 diatas. Kurva degradasi yang diperoleh menunjukkan rasio molar yang optimum yaitu pada rasio molar 1:5 dapat dilihat pada Gambar 5.

Gambar 5. diagram degradasi rasio molar ferrat : *tartrazine*

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan yaitu Ferrat dapat mendegradasi zat warna makanan *tartrazine* dengan efektif pada pH 9,63 dengan perbandingan rasio molar optimum adalah 1:5, dengan persentase degradasi sebesar 98,45%.

Daftar Pustaka

1. Mastuti, E., Ekstraksi zat warna alami kelopak bunga rosella dengan pelarut etanol. *EQUILIBRIUM Journal of Chemical Engineering* **2013**, 12, (2).
2. Dwiasi, D. W.; Kurniasih, M., Studi degradasi zat pewarna azo, metil oranye menggunakan ferrat (FeO_4^{2-}). *Molekul* **2008**,

- 3, (1), 15-20.
3. Wahyuni, A., Penetapan Kadar Zat Pewarna (Tartrazine Dan Sunset yellow) Pada Sirup Kemasan Dengan Menggunakan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi. **2013**.
 4. Mustika, M. W.; Kurniaty, N.; Sukanta, S., Analisis kadar tartrazin dalam minuman ringan tidak berlabel pada sekodalah dasar di Bandung menggunakan metode spektrofotometer UV-Vis. **2018**.
 5. Dwiasi, D. W.; Suyata, S., Studi penurunan zat warna *acid orange 7* dengan proses oksidasi menggunakan ferrat (FeO_4^{2-}). *Molekul* **2011**, 6, (1), 30-34.
 6. Karelius, K.; Asi, N. B., Sintesis ferrat (FeO_4^{2-}) dari $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$ dan NaOCl sebagai pendegradasi methylen blue. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia* **2017**, 10, (1), 1-7.
 7. Nurhayati, R.; Kusumawati, N., Pemanfaatan kalium ferrat dalam pengolahan limbah pewarna blue direct 2B. *INOTEK* **2016**, 16, (1).