

**PERBANDINGAN ASAM OKSALAT (H₂C₂O₄) DAN TITANIUM DIOKSIDA (TiO₂)
PADA PROSES FOTOREDUKSI ION Fe³⁺**

Siti Nurhalimah¹⁾, Rosyid Ridho²⁾

**1)SMAN 1 Banyuputih 2)Universitas PGRI Banyuwangi
*rosyidridho@gmail.com**

Abstrak

Dalam penelitian ini telah dipelajari pengaruh massa katalis, konsentrasi larutan FeCl₃, keberadaan asam oksalat (H₂C₂O₄) dan Titanium Dioksida (TiO₂) terhadap efektivitas foto reduksi. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan pengembangan metode foto reduksi yang dikatalis oleh asam oksalat dan titanium dioksida guna pengurangan konsentrasi ion Fe³⁺. Proses fotoreduksi ion Fe³⁺ dilakukan dalam suatu reactor tertutup yang dilengkapi lampu UV, yaitu dengan cara menyinari larutan yang terdiri dari larutan FeCl₃ dan Kristal asam oksalat atau titanium dioksida, disertai pengadukan selama 24 jam. Penentuan konsentrasi ion Fe³⁺ yang tidak tereduksi dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA) tehnik pembangkitan uap dingin atau *Cold-Vapor Atomic Absorption Spectrophotometry* (CV-AAS).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin banyak penggunaan fotokatalis asam oksalat dapat meningkatkan hasil foto reduksi ion Fe³⁺. Akan tetapi, semakin banyak penggunaan fotokatalis titanium dioksida maka dapat menurunkan hasil fotoreduksi ion Fe³⁺. Waktu penyinaran 24 jam adalah waktu optimal yang menghasilkan kenaikan fotoreduksi yang besar. Pada tahap konsentrasi larutan dengan massa katalis TiO₂ 75mg menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan FeCl₃, maka semakin besar efektivitas fotoreduksi. Hal ini dikarenakan kenaikan konsentrasi dapat menyebabkan peningkatan kekentalan yang diakibatkan oleh kenaikan populasi spesies ion Fe³⁺ dalam larutan, sehingga menghalangi tumbukan antara ion Fe³⁺ dengan elektron, yang mengakibatkan rendahnya fotoreduksi. Didapatkan konsentrasi larutan FeCl₃ yang optimal yaitu pada 10 ppm dan FeCl₃ tereduksi sebesar 96,05%. Akan tetapi pada tahap konsentrasi larutan dengan massa katalis Asam Oksalat (H₂C₂O₄) 10 mg menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan FeCl₃ maka efektivitas fotoreduksi semakin rendah. Hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi larutan FeCl₃ maka elektron yang dihasilkan akan semakin tinggi yang mengakibatkan efektivitas fotoreduksi semakin rendah. Didapatkan konsentrasi larutan FeCl₃ yang optimal yaitu pada 5 ppm dan FeCl₃ tereduksi sebesar 89 %.

Kata Kunci: Asam Okalat, TiO₂, Fotoreduksi, Ion Fe³⁺

1. Pendahuluan

Besi (Fe) adalah unsur yang penting dalam organism hidup karena aktivitas biologisnya, misalnya bertanggung jawab untuk transfer oksigen dan elektron, sebagai kompleks sporfirin dalam hemoglobin, mioglobin dan sitokrom. Aktivitas lingkungan dan biologis Fe bergantung pada sifat kimianya seperti valensi, kelarutan dan tingkat pembentukan kompleksnya. (Jiang et al, 2005).

Besidalam air dapat berbentuk ion bervalensidua (Fe^{2+}) dan bervalensitiga (Fe^{3+}). Selain itu dalam bentuk Ikatan dapat berupa Fe_2O_3 , $Fe(OH)_2$, $Fe(OH)_3$ atau $FeSO_4$ tergantung dari unsur lain yang mengikatnya. Dinyatakan pula bahwa besi dalam air adalah bersumber dari dalam tanah sendiri dan dapat pula berasal dari sumber lain, diantaranya dari larutnya pipa besi, reservoir air dari besi atau buangan industri (Dahlia, 2017).

Berbagai metode penghilangan ion Fe^{3+} dari lingkungan perairan telah dikembangkan antara lain secara biologi, fisika-kimia, dan kimia. Metode penghilangan ion Fe^{3+} secara biologi dilakukan dengan menggunakan mikroorganisme. Dengan cara ini konsentrasi ion Fe^{3+} dapat mengalami penurunan secara signifikan, tetapi

tehniknya sulit dan mahal. Penghilangan ion Fe^{3+} secara fisika-kimia telah dilakukan menggunakan adsorben asam humat-kaolin. Sementara itu, penghilangan ion Fe^{3+} secara kimia dapat dilakukan dengan metode fotoreduksi yang menggabungkan cahaya UV dengan partikel semi konduktor sebagai fotokatalis (Anggraini, 2007).

Asam oksalat ($H_2C_2O_4$) digunakan sebagai katalisator pada metode penghilangan limbah ion Fe karena dapat mempercepat reaksi yang diinduksikan oleh cahaya dan mampu mereduksi ion Fe^{3+} yang semula bersifat toksik (racun) menjadi zat yang tidak toksik sehingga ramah terhadap lingkungan.

Sementara itu, fotokatalis TiO_2 telah banyak digunakan untuk fotoreduksi beberapa ion logam. Fotokatalis TiO_2 telah diuji secara intensif dan diaplikasikan pada teknologi lingkungan (Anggraini, 2007).

Oleh karena itu, dalam penelitian ini dilakukan uji terhadap perbandingan Asam Oksalat ($H_2C_2O_4$) dan Titanium Dioksida (TiO_2) sebagai fotokatalis pada proses fotoreduksi ion Fe^{3+} untuk mengetahui fotokatalis mana yang dapat mereduksi ion Fe^{3+} secara optimal.

2. Metodologi

2.1 Alat yang digunakan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Erlenmeyer, Gelasukur, Labuukur, Box reaktor yang dilengkapi dengan lampu UV dan plat yang dilengkapi pengaduk magnet (stirer)

Spektrofotometer Serapan Atom (AAS)

2.2 Bahan yang digunakan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah Larutan FeCl_3 , Asam Oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$), Titanium Dioksida (TiO_2), dan Aquades

2.3 Metode penelitian

2.3.1 Variasi Massa Fotokatalis TiO_2 dan Asam Oksalat terhadap proses reduksi Ion Fe^{3+}

Pada penelitian ini ditambahkan 5, 10, 20, 50 dan 75 mg TiO_2 dan asam Oksalat kedalam larutan FeCl_3 10 ppm yang kemudian disinari dengan sinar UV selama 24 jam.

2.3.2 Variasi konsentrasi larutan FeCl_3 terhadap proses reduksi Ion Fe^{3+} yang dikatalis Titanium Dioksida (TiO_2)

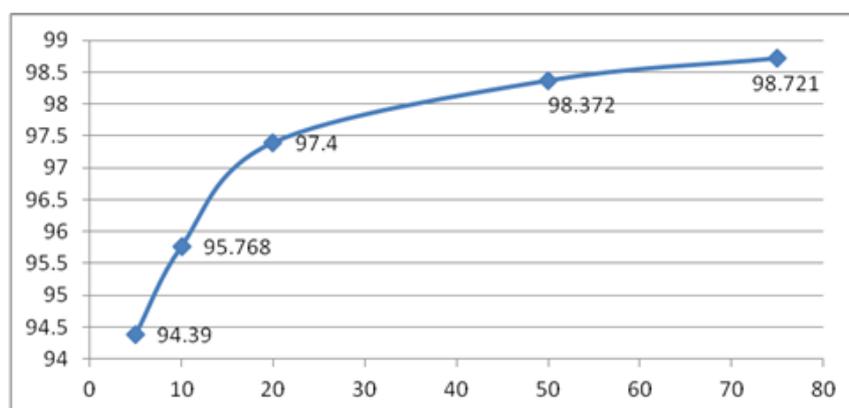
Pada penelitian ini, di variasi konsentrasi 5, 10, 20, 30, 40 ppm kemudian ditambahkan massa katalis TiO_2 dan asam oksalat yang optimal yaitu 75 mg. Kemudian disinari dengan sinar UV selama 24 jam

3. Hasil Dan Pembahasan

3.1 Variasi Massa Fotokatalis TiO_2 dan asam Oksalat terhadap proses reduksi Ion Fe^{3+}

3.1.1 Variasi Massa Fotokatalis TiO_2 terhadap fotoreduksi Ion Fe^{3+}

Hasil proses fotoreduksi ion Fe^{3+} terhadap variasi massa fotokatalis TiO_2 ditunjukkan pada gambar 3.1 berikut:



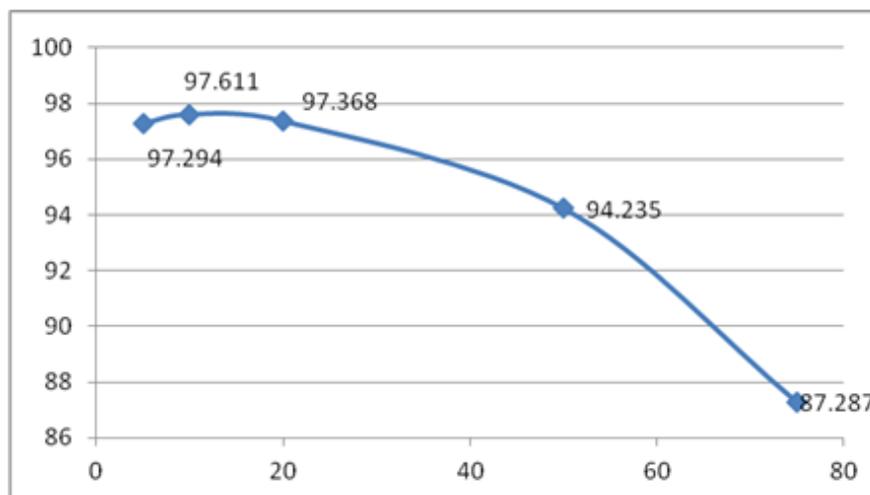
Gambar 3.1 Pengaruh Massa Katalis TiO_2 terhadap larutan FeCl_3 dengan lama penyinaran 24 jam

Pada gambar 3.1 menunjukkan bahwa semakin besar massa fotokatalis,

maka efektivitas fotoreduksi semakintinggi, karena semakin tinggi

massa fotokatalis maka elektron yang dihasilkan akan semakin tinggi yang mengakibatkan efektivitas fotoreduksi semakin tinggi. Didapatkan massa katalis optimal yaitu pada 75 mg dan FeCl_3 tereduksi sebesar 98,721%.

3.1.2 Variasi Massa Fotokatalis Asam Oksalat terhadap proses reduksi Ion Fe^{3+}



Gambar 3.2. Pengaruh Massa Katalis As.Oksalat terhadap larutan FeCl_3 dengan lama penyinaran 24 jam

Pada gambar3.2 menunjukkan bahwa semakin besar massa fotokatalis, maka efektivitas fotoreduksi semakin tinggi, hal ini dikarenakan semakin tinggi massa fotokatalis maka elektron yang dihasilkan akan semakin tinggi yang mengakibatkan efektivitas fotoreduksi semakin tinggi, namun semakin tinggi lagi massa asam oksalat mengakibatkan penurunan efektivitas fotoreduksi, hal ini dikarenakan dengan semakin banyak asam oksalat maka partikel akan semakin keruh yang mengakibatkan menurunnya

Pada penelitian ini ditambahkan 5, 10, 20, 50 dan 75 mg Asam Oksalat kedalam larutan FeCl_3 10 ppm yang kemudian disinari dengan sinar UV selama 24 jam. Hasil proses fotoreduksi terhadap variasi massa ion Fe^{3+} ditunjukkan pada gambar3.2 berikut:

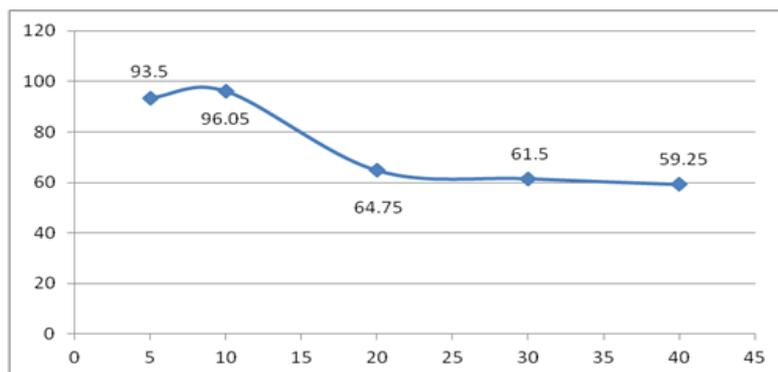
intensitas penyinaran sehingga elektron yang dihasilkan oleh asamoksalat semakin rendah yang mengakibatkan terjadinya penurunan efektivitas fotoreduksi. Pada penelitian ini didapatkan massa katalis optimal yaitu pada 10 mg dan FeCl_3 tereduksi sebesar 97,611%.

3.2 Variasi Konsentrasi Larutan FeCl_3

Pada penelitian selanjutnya, dilakukan variasi konsentrasi pada larutan FeCl_3 terhadap proses reduksi ion Fe^{3+} yang dikatalis asam oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) dan TiO_2 .

3.2.1 Variasi konsentrasi larutan FeCl_3 terhadap proses reduksi Ion Fe^{3+} yang dikatalis Titanium Dioksida (TiO_2)

Pada penelitian ini, di variasi konsentrasi 5, 10, 20, 30, 40 ppm



Gambar3.3. Pengaruh konsentrasi larutan FeCl_3 dengan massa katalis TiO_2 75 mg terhadap proses reduksi ion Fe^{3+} dengan lama penyinaran 24 jam

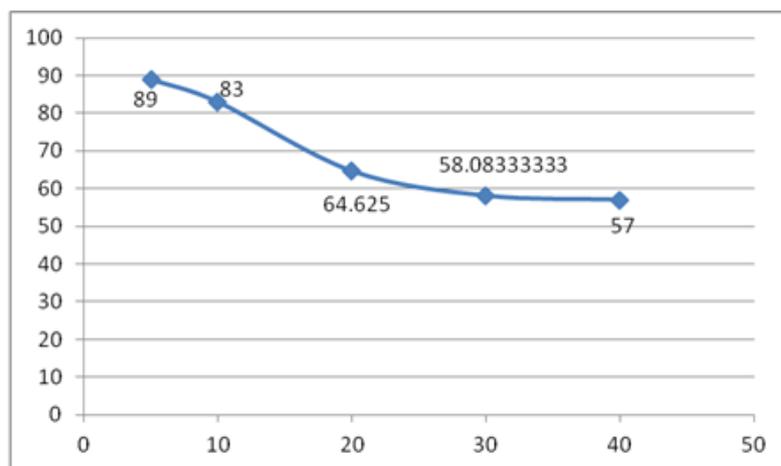
Pada gambar3.3 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan FeCl_3 maka semakin besar efektivitas fotoreduksi. Hal ini dikarenakan kenaikan konsentrasi dapat menyebabkan peningkatan kekentalan yang diakibatkan oleh kenaikan populasi spesies ion Fe^{3+} dalam larutan, sehingga menghalangi tumbukan antara ion Fe^{3+} dengan elektron, yang mengakibatkan rendahnya fotoreduksi. Selain itu karena jumlah elektron yang tersedia dalam system relative tetap, maka meskipun jumlah ion Fe^{3+} dalam larutan meningkat, efektivitas fotoreduksi relative tidak berubah. Pada penelitian ini didapatkan konsentrasi

kemudian ditambahkan massa katalis (TiO_2) yang optimal yaitu 75 mg. Kemudian disinari dengan sinar UV selama 24 jam. Hasil proses fotoreduksi terhadap variasi konsentrasi larutan FeCl_3 pada proses reduksi ion Fe^{3+} ditunjukkan pada gambar3.3 berikut:

larutan FeCl_3 yang optimal yaitu pada 10 ppm dan FeCl_3 tereduksi sebesar 96,05%.

3.2.2 Variasi konsentrasi larutan FeCl_3 terhadap proses reduksi Ion Fe^{3+} yang dikatalis asam oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$)

Pada penelitian ini dilakukan variasi konsentrasi ion Fe^{3+} 5, 10, 20, 30, 40 ppm yang ditambahkan massa katalis ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) yang optimal yaitu 10 mg. Kemudian disinari dengan sinar UV selama 24 jam. Hasil proses fotoreduksi terhadap variasi konsentrasi larutan FeCl_3 pada proses reduksi ion Fe^{3+} ditunjukkan pada gambar3.4 berikut:



Gambar 3.4. Pengaruh konsentrasi larutan FeCl₃ dengan massa katalis H₂C₂O₄ 10 mg terhadap proses reduksi ion Fe³⁺ dengan lama penyinaran 24 jam

Padagambar 3.4 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan FeCl₃ maka efektivitas fotoreduksi semakin rendah. Hal ini dikarenakan semakin tinggi konsentrasi larutan FeCl₃ maka elektron yang dihasilkan akan semakin tinggi yang mengakibatkan efektivitas fotoreduksi semakin rendah. Didapatkan konsentrasi larutan FeCl₃ yang optimal yaitu pada 5 ppm dan FeCl₃ tereduksi sebesar 89 %.

4. Kesimpulan

Kesimpulan yang kami dapat dari penelitian ini adalah:

1. Dari hasil penelitian pada tahap variasi massa katalis pada larutan FeCl₃ 10 ppm menunjukkan bahwa semakin besar massa fotokatalis, maka efektivitas fotoreduksi semakin tinggi. Untuk fotokatalis TiO₂ didapatkan

massa optimum 75 mg dengan efektivitas fotoreduksi sebesar 96,05%

2. Hasil penelitian pada tahap variasi massa katalis Asam Oksalat (H₂C₂O₄) pada larutan FeCl₃ 10 ppm dengan efektivitas fotoreduksi 97,61% menunjukkan bahwa semakin besar massa fotokatalis, maka efektivitas fotoreduksi semakin tinggi, namun semakin tinggi lagi massa asam oksalat mengakibatkan penurunan efektivitas fotoreduksi, hal ini dikarenakan dengan semakin banyak asam oksalat maka partikel akan semakin keruh yang mengakibatkan menurunnya intensitas penyinaran sehingga elektron yang dihasilkan oleh asam oksalat semakin rendah yang mengakibatkan terjadinya penurunan efektivitas fotoreduksi.

3. Dengan variasi konsentrasi larutan FeCl_3 terhadap massa katalis TiO_2 yang optimal yaitu 75 mg, di dapatkan hasil bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan FeCl_3 , maka semakin besar efektivitas fotoreduksi.
4. Dari hasil penelitian pada tahap variasi konsentrasi larutan FeCl_3 terhadap

massa katalis Asam Oksalat ($\text{H}_2\text{C}_2\text{O}_4$) yang optimal yaitu 10 mg di dapatkan hasil bahwa semakin tinggi konsentrasi larutan FeCl_3 maka efektivitas fotoreduksi semakin rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, D. I. 2007. *Pengaruh p-Klorofenol Terhadap Efektifitas Fotoreduksi Ion Hg (II) yang Dikatalis TiO_2* , Thesis, Program Pasca Sarjana S-2. FMIPA UGM. Yogyakarta.
- Dean, J. A., 1995, *Analytical Chemistry Handbook*, Mc. Graw Hill Inc., New York
- Dahlia Rosma Indah danHendrawani, 2017, *Upaya Menurunkan Kadar Ion Logam Besi Pada Air Sumur Dengan Memanfaatkan Arang Ampas Tebu*, Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia, p-ISSN: 2338-6487 e-ISSN: 2656-3061 pp.58-66
- Hoffman, M. R., Martin, S. T., Choi, W., dan Bahnemann, D. W., 1995, *Environmental Application of Semiconductor Photocatalysis*, chem. Rev., 95, 69-96
- Hurum, D. C., Agrios, A. G., dan Gray, K. A., 2003, *Titanium Dioxide Photocatalysts: Synthesis, Characterization, Testing*, J. Phys. Chem. B, 107, 4545-4549
- Linsebigler, A. L., Lu, G., dan Yates, J. T., 1995, *photocatalysis on TiO Surface: Principles, Mechanism, and Selected Result*, Chem. Rev., 95, 735-758
- Shen, X.H., Jiang, C.Y., Huang, Y., Liu, Z.P. & Liu, S.J. (2005). *Functional identification of novel genes involved in the glutathione-independent gentisate pathway in *Corynebacterium glutamicum**. Applied Environmental and Microbiology. 71(7): 3442-3452.