

PENURUNAN NILAI COD AIR LIMBAH PABRIK TAHU MENGUNAKAN REAGEN FENTON SECARA *BATCH*

Prasetyo Bayu Aji*, Wisnu Sunarto dan Eko Budi Susatyo

Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Semarang

Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:
Diterima Mei 2016
Disetujui Juni 2016
Dipublikasikan Agustus 2016

Kata kunci:
COD
limbah pabrik tahu
reagen *Fenton*

Abstrak

Limbah cair yang dihasilkan dari industri tahu masih mengandung padatan tersuspensi dan terlarut yang dapat mencemari perairan dengan kadar COD awal limbah sebesar 7482,30 mg/L, sehingga harus diturunkan kadarnya sebelum dibuang ke perairan. Salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan cara sistem AOP (*Advanced Oxidation Processes*). sistem AOP menggunakan reagen *Fenton* bertujuan untuk mengetahui penurunan optimum kadar COD pada limbah cair tahu. Hasil penelitian menunjukkan penurunan kadar COD pada industri tahu dengan variasi waktu didapatkan waktu optimum selama 240 menit dengan nilai COD sebesar 530,93 mg/L dan dengan presentase penurunan COD sebesar 92,90%. Variasi konsentrasi $\text{FeSO}_4 : \text{H}_2\text{O}_2$ optimum sebesar 0,8 M : 0,3 M dengan penurunan nilai COD sebesar 666,41 dan 412,88 mg/L dan presentase penurunan nilai COD sebesar 91,09 dan 94,48%. Variasi pH pada limbah mendapatkan hasil pH optimum sebesar 6 dengan penurunan nilai COD sebesar 339,43 mg/L dengan presentase penurunan nilai COD sebesar 95,46%

Abstract

Liquid waste generated from tofu factory still contain suspended solids and dissolved that can contaminate COD waste waters with levels of 7482.30 mg/L, and therefore should be lowered levels before discharge to waters. One way to do is by the way the system AOP (*Advanced Oxidation Processes*). System AOP using *Fenton* reagent which aims to determine the optimum reduction of COD levels in tofu factory wastewater. The results showed decreased levels of COD in tofu factory wastewater the time variation obtained optimum time for 240 minutes with a COD value of 530.93 mg/L and with a percentage of 92.90% COD reduction. Following the result of variations in the concentration of $\text{FeSO}_4 : \text{H}_2\text{O}_2$ obtained optimum concentration of 0.8 M : 0.3 M in reducing the COD value of 666.41 and 412.88 mg/L and the percentage of COD reduction of 91.09 and 94.48%. Furthermore. pH variation in waste the optimum pH of 6 to decrease COD concentration of 339.43 mg/L and the percentage of COD reduction of 95.46%

Pendahuluan

Salah satu pencemaran air yang sangat berbahaya pada limbah yaitu bahan organik yang didapatkan dari air bekas cucian pada limbah pabrik tahu. Bahan organik terlarut dapat menghabiskan oksigen dalam limbah serta akan menimbulkan rasa bau yang tidak sedap pada penyediaan air bersih dan akan lebih berbahaya apabila bahan tersebut merupakan bahan yang beracun. Beberapa bahan organik tertentu yang terdapat pada air limbah kebal terhadap degradasi biologis dan ada beberapa diantaranya yang beracun meskipun pada konsentrasinya rendah (Potter, *et al.*; 1994).

Industri tahu pada umumnya menghasilkan air limbah yang berbahaya, dengan kandungan nilai COD berkisar antara 4000-6000 mg/L. Hal ini berarti bahwa setiap 1 m³ air limbah rata-rata dibutuhkan 5 kg O₂, jadi setiap 100 kg kedelai menghasilkan 2 m³ air limbah maka O₂ yang dibutuhkan adalah 10 kg per 100 kg kedelai dan kandungan BOD berkisar antara 3000-4000 mg/L (Kafadi; 1990).

Industri pembuatan tahu yang ada di Indonesia pada umumnya masih termasuk dalam industri skala kecil. Industri tahu ini menghasilkan limbah cair yang cukup besar dan sangat berpotensi merusak lingkungan. Limbah cair yang dihasilkan merupakan limbah organik yang *degradable* atau mudah diuraikan oleh mikroorganisme secara alamiah. Penguraian limbah organik tersebut dilakukan oleh mikroorganisme yang tidak memerlukan oksigen bebas atau secara anaerob. Air limbah industri tahu berasal dari proses pencucian dan perendaman kedelai, serta proses pengepresan dan pencetakan tahu. Selain itu juga bersumber dari sisa proses pencucian peralatan yang digunakan (Kafadi; 1990).

Air limbah industri tahu bersifat *biodegradable* atau mudah didegradasi secara biologis (Moertinah dan Djarwanti; 2003). Penelitian ini menawarkan proses pengolahan air limbah pabrik tahu secara oksidasi kimia lanjut (AOP) menggunakan reagen *Fenton* yang telah terbukti dapat menurunkan konsentrasi beberapa senyawa organik contohnya seperti polisakarida, lemak dan lain-lain (Rodriquez; 2003).

Metode reagen *Fenton* memiliki waktu reaksi yang singkat dibandingkan metode AOP lainnya. Beberapa kelebihan metode ini antara lain besi dan H₂O₂ murah dan tidak beracun, tidak ada batasan transfer massa karena katalis bersifat homogen, tidak ada energi terlibat

sebagai katalis, dan proses ini mudah dilakukan serta dikontrol (Purwanti dan Baskoro; 2008).

Parameter utama dalam metode reagen *Fenton* adalah pH larutan, jumlah ion Fe²⁺, konsentrasi H₂O₂, konsentrasi awal polutan, dan kehadiran ion-ion lain. Beberapa studi menyimpulkan bahwa efisiensi oksidasi optimum ketika jumlah H₂O₂ dan Fe²⁺ tidak berlebih, sehingga jumlah radikal hidroksil mencapai nilai maksimum untuk melakukan oksidasi zat-zat organik (Elfiana; 2013).

Metode Penelitian

Alat yang dibutuhkan dalam penelitian ini adalah spektrofotometer UV-Vis 1601 Shimadzu, kuvet kaca, *digestion vessel* lebih baik gunakan tabung borosilikat kapasitas 10 mL berdiameter 20 mm, reaktor COD, pHmeter, aluminium foil. Bahan yang digunakan hidrogen peroksida ferro sulfat heptahidrat, Ag₂SO₄ K₂Cr₂O₇, H₂SO₄, HgSO₄ dengan *grade pro analyst* buatan *Merck*.

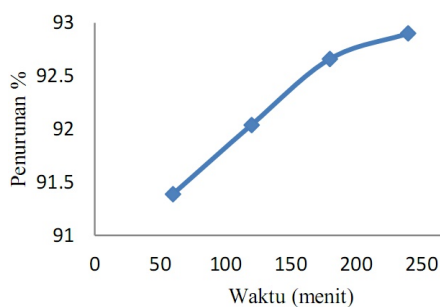
Penelitian ini dilakukan dengan 5 tahap, tahap pertama menganalisis limbah yang akan dipreparasi sebagai karakterisasi limbah, tahap kedua memvariasi waktu pengadukan selama 60, 120, 180 dan 240 menit dengan menambahkan larutan FeSO₄:H₂O₂ pada limbah kemudian menghitung penurunan nilai COD, tahap ketiga memvariasi konsentrasi larutan H₂O₂ untuk mendapatkan konsentrasi H₂O₂ yang optimum dengan konsentrasi 0,2; 0,4; 0,6 dan 0,8 M, lalu menambahkan larutan FeSO₄ dengan konsentrasi 0,3 M lalu ditambahkan dalam limbah dan diaduk hingga homogen kemudian menghitung penurunan nilai COD, tahap keempat memvariasi konsentrasi larutan FeSO₄ untuk mendapatkan konsentrasi FeSO₄ optimum dengan konsentrasi 0,09; 0,12; 0,15 dan 0,3 M lalu ditambahkan dalam limbah dan diaduk hingga homogen kemudian menghitung penurunan nilai COD, tahap kelima memvariasi pH pada larutan limbah untuk mendapatkan pH optimum dengan pH 3, 4, 6, 7 dan 8 lalu menambahkan perbandingan konsentrasi FeSO₄ : H₂O₂ optimum lalu ditambahkan dalam limbah dan diaduk hingga homogen kemudian menghitung penurunan nilai COD.

Hasil dan Pembahasan

Pada penelitian meliputi analisis kadar COD dengan menggunakan reagen *Fenton* secara *batch*, sampel yang dianalisis berasal dari sisa pengepresan. Suhu limbah pada tanggal 6 Februari 2015 saat pengambilan 29,5°C dengan nilai COD sebesar 7482,30 mg/L. Berdasarkan

nilai COD pada limbah tahu, dapat diketahui bahwa limbah tahu desa Mangunsari tidak layak dibuang langsung ke perairan karena nilai CODnya melebihi baku mutu air limbah, dengan demikian limbah perlu diberi perlakuan sebelum di buang ke perairan. Pada penelitian ini perlakuan limbah tahu dilakukan dengan metode oksidasi menggunakan reagen *Fenton*.

Pada proses ini sampel diturunkan dengan menggunakan konsentrasi $\text{FeSO}_4 : \text{H}_2\text{O}_2$ sebanyak 0,8 M : 0,3 M. Hasil pengukuran terhadap uji, COD menggunakan metode refluks tertutup secara spektrofotometri sesuai dengan SNI 6989.22009 dapat dilihat pada Gambar 1.



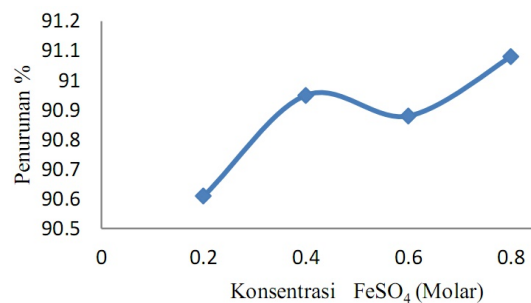
Gambar 1. Penurunan COD menggunakan reagen *Fenton* variasi waktu

Grafik perubahan persentase penurunan COD terhadap waktu yang ditunjukkan dalam Gambar 1. dapat menjelaskan bahwa semua perlakuan dengan menggunakan perbandingan konsentrasi $\text{FeSO}_4 : \text{H}_2\text{O}_2$ sebanyak 0,8 M : 0,3 M menyebabkan %RCOD yang diperoleh semakin besar dengan bertambahnya waktu reaksi. Hal ini menunjukkan bahwa proses peroksidasi dapat mengoksidasi senyawa organik pada air limbah pabrik tahu. Dari semua perlakuan %RCOD tertinggi diperoleh pada waktu 240 menit dengan persen penurunan nilai COD sebesar 92,90%. Hal ini menunjukkan waktu dan konsentrasi $\text{FeSO}_4 : \text{H}_2\text{O}_2$ sebanyak 0,8 M : 0,3 M untuk digunakan sebagai oksidator dalam air limbah spesifik, seperti air limbah pabrik tahun desa Mangunsari.

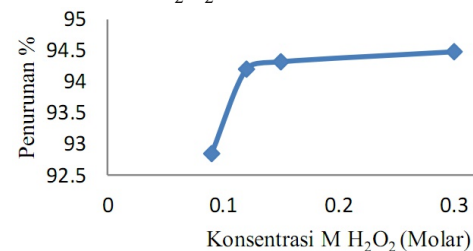
Setelah diketahui waktu pengadukan yang paling baik dalam menurunkan kadar COD langkah selanjutnya untuk mengetahui penurunan maksimum dalam penurunan kadar COD terhadap variasi konsentrasi $\text{FeSO}_4 : \text{H}_2\text{O}_2$ optimum. Hasil pengukuran uji COD terhadap variasi $\text{FeSO}_4 : \text{H}_2\text{O}_2$ dapat dilihat pada Gambar 2 dan 3.

Grafik pada Gambar 3. dan 4. menunjukkan bahwa untuk semua variasi $\text{FeSO}_4 : \text{H}_2\text{O}_2$ adalah semakin besar konsentrasi $\text{FeSO}_4 : \text{H}_2\text{O}_2$ maka semakin besar persentase penurun-

an konsentrasi COD yang diperoleh. Persentase penurunan konsentrasi COD terbesar diperoleh pada konsentrasi $\text{FeSO}_4 : \text{H}_2\text{O}_2 = 0,8\text{M} : 0,3\text{M}$ yaitu 91,09 dan 94,48% sedangkan % penurunan COD yang paling kecil adalah pada konsentrasi $\text{FeSO}_4 : \text{H}_2\text{O}_2 = 0,2\text{M} : 0,3\text{M}$ dan 0,09 M : 0,8M yaitu 90,61 % dan 92,85 % pada waktu 240 menit sesuai dengan waktu optimumnya.

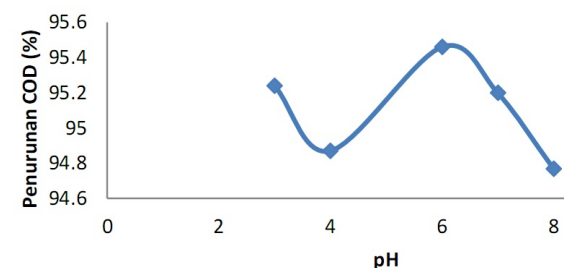


Gambar 2. Penurunan menggunakan reagen *Fenton* variasi H_2O_2



Gambar 3. Penurunan menggunakan reagen *Fenton* variasi FeSO_4

Setelah diketahui waktu pengadukan dan konsentrasi $\text{FeSO}_4 : \text{H}_2\text{O}_2$ yang paling baik dalam menurunkan kadar COD langkah selanjutnya untuk mengetahui penurunan maksimum dalam penurunan kadar COD terhadap variasi konsentrasi pH dari pH 3, 4, 6, 7 dan 8. Hasil pengukuran uji COD terhadap variasi $\text{FeSO}_4 : \text{H}_2\text{O}_2$ dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Penurunan menggunakan reagen *Fenton* variasi pH

Grafik perubahan persentase penurunan COD (%RCOD) terhadap variasi pH yang ditunjukkan dalam Gambar 4. dapat menjelaskan bahwa semua perlakuan dengan menggunakan konsentrasi $\text{FeSO}_4 : \text{H}_2\text{O}_2$ sebanyak 0,8M : 0,3M sebagai konsentrasi optimum dan 240

menit sebagai waktu optimum untuk menurunkan nilai COD pada limbah pabrik tahu. Pada Gambar 4. menunjukkan penurunan nilai COD pada pH 6 dan pH 3 yang telah diencerkan dengan persen penurunan sebesar 95,46% dan 97,57%. Hal ini menunjukkan bahwa reagen *Fenton* bekerja pada pH asam, sedangkan pada pH basa terjadi penurunan nilai COD tapi tidak sebesar pada pH asam.

Pada penelitian ini waktu optimum penurunan COD terjadi pada waktu 240 menit, sedangkan konsentrasi $\text{Fe}^{2+} : \text{H}_2\text{O}_2$ optimum pada penurunan COD terjadi pada konsentrasi 0,8M : 0,3M dan pH optimum dalam penurunan COD terjadi pada pH 6. Penelitian ini sudah baik dari penelitian sebelumnya, seperti penelitian Elfiana (2013) hanya menunjukkan penurunan COD sebesar 76,92% pada waktu reaksi yang sama, sedangkan penelitian ini menunjukkan penurunan COD sebesar 92,90%.

Penelitian selanjutnya untuk variasi pH menunjukkan hasil yang sama dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Chen (2013) bahwa pH optimum pada larutan mampu menurunkan nilai COD secara optimum, dengan pH optimum sekitar 6-7 didapatkan penurunan nilai COD sebesar 90%, sedangkan pada penelitian yang telah dilakukan menunjukkan pH optimum pada pada larutan pada pH dengan penurunan nilai COD sebesar 95,46%.

Simpulan

Waktu reaksi dalam menurunkan nilai COD dengan menggunakan reagen *Fenton* menunjukkan waktu optimum selama 240 menit sebesar 92,90% dan dengan konsentrasi COD sebesar 530,93 mg/L. Perbandingan konsentrasi molaritas $\text{FeSO}_4 : \text{H}_2\text{O}_2$ sebesar 0,8M : 0,3M

dengan presentase penurunan nilai COD sebesar 91,09 dan 94,48% dan dengan konsentrasi COD 666,41 dan 412,88 mg/L, pH optimum sebesar 6 dengan persentase penurunan nilai COD sebesar 95,46% dan dengan konsentrasi 339,43 mg/L.

Daftar Pustaka

- Chen, Y. dan Chunhua, L. 2013. *Removal of COD and Decolorizing from Landfill Leachate by Fenton's Reagent Advanced Oxidation*. University of Science and Technology, Ganzhou
- Elfiana. 2013. *Studi Kinetika Degradasi LAS dalam Air Menggunakan Fotofenton*. Tesis Magister. Institut Teknologi Bandung
- Kafadi, N.M. 1990. *Memproduksi Tahu Secara Praktis*. Karya Anda Surabaya
- Moertinah, S. dan Djarwanti. 2003. *Penelitian Identifikasi Pencemaran Industri Kecil Tahu-Tempe di Kelurahan Debong Tengah Kota Tegal dan Konsep Pengendaliannya*. Laporan Penelitian. Badan Penelitian dan Pengembangan Industri Semarang
- Potter, C. Soeparwadi, M. & Gani, A. 1994. *Limbah Cair berbagai Industri di Indonesia*. Pengendalian dan Baku mutu. Environmental Management Development in Indonesia (EMDI)
- Purwanti, I.F. dan Baskoro, U. 2008. *Pengolahan Air Limbah Industri Plasticizer dengan Penambahan Oksidator Kuat*. *Jurnal Purifikasi*, 9(2): 97-104
- Rodriquez, M. 2003. *Fenton and UV-Vis Based Advanced Oxidation Processes in Wastewater Treatment: Degradation, Mineralization, and Biodegradability Enhancement*. Thesis Program Magister. Universitas Bercelesona. Departemen Teknik Kimia dan Metalurgi. Bercelesona. 22-91
- SNI 6989.2 2009. *Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi COD dengan Refluks Tertutup Secara Spektrofotometri*