

KOMBINASI DISSOLVED AIR FLOTATION DENGAN ULTRAFILTRASI PADA PEMISAHAN AIR BERLUMUT

Ekky Karina (L2C007023) dan Karlina N (L2C007030)

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro
 Jl. Prof. H. Sudharto, Tembalang, Semarang, Kode Pos 50239
 Telp. (024) 7460053, 7460055, 7460058 Fax. (024) 746055, 76480675
 Pembimbing: Dr. I Nyoman Widiasta, S.T., M.T.

Abstrak

Air berlumut adalah air yang mengandung lumut yang terlarut di dalamnya. Lumut yang terlarut dalam air dapat menyebabkan gangguan. Pada penelitian ini, digunakan proses Dissolved Air Flotation, yang kemudian dilanjutkan dengan proses ultrafiltrasi untuk memisahkan lumut dari air berlumut. Pralakuan DAF pada umpan membran dilakukan untuk memperpanjang umur membran dan meningkatkan kinerja pemisahan membran ultrafiltrasi dalam pengolahan air berlumut ini. Koagulan yang digunakan untuk pemisahan air berlumut adalah tawas dan PAC, tekanan yang digunakan untuk operasi adalah 5-7 Bar. Umpan berupa air berlumut memiliki kekeruhan 40-60 NTU. Didapatkan hasil bahwa koagulan yang tepat untuk Proses DAF pada air berlumut adalah PAC. Konsentrasi koagulan PAC yang optimum adalah 25 gr/L sedangkan pada tawas adalah 50 gr/L. Dari penelitian ini juga dapat disimpulkan bahwa pralakuan DAF sebelum proses ultrafiltrasi pada pengolahan air berlumut akan mengurangi beban kerja membran ultrafiltrasi.

Kata kunci : koagulan; dissolved air flotation; lumut; ultrafiltrasi

Abstract

Green water is water with dissolved algae. Dissolved algae in water can be a nuisance. In this research, dissolved air flotation followed by ultrafiltration was used to separate algae from green water. DAF as a pretreatment before ultrafiltration can prolong membrane's lifetime and improve its removal performances in the green water treatment process. Chemical agent (coagulant) that used for coagulation in this research is alum and PAC, Pressure used in this operation is 5-7 Bar. Coagulation feed's turbidity is 40 – 60 NTU. Obtained the result that the proper coagulant using daf for green water is PAC. For PAC, the optimum concentration is 25 gr/L, while alum is 50gr/l. . This research also proved that the DAF pretreatment before ultrafiltration in green water treatment can helped out the works of ultrafiltration membrane.

Keywords : coagulant; dissolved air flotation; algae; ultrafiltration

1. Pendahuluan

Air merupakan kebutuhan pokok manusia. Di Negara tropis seperti Indonesia, air berlumut banyak dijumpai. Air berlumut terbentuk karena suhu air yang panas. Pada kondisi ideal seperti ini pertumbuhan lumut meningkat sehingga menyebabkan air berlumut. Jenis lumut yang terdapat pada air berlumut biasanya alga hijau dan alga biru.

Air berlumut dapat menjadi jernih dengan cara memisahkan partikel lumut dengan air. Proses pemisahan solid liquid seperti air berlumut dapat dilakukan dengan *Dissolved Air Flotation*. *Dissolved air flotation* merupakan unit operasi yang digunakan untuk pemisahan padatan-cairan atau cairan-cairan dalam sebuah larutan. Flotasi dapat digambarkan sebagai proses pemisahan gravitasi di mana gelembung gas melekat pada partikel padat karena densitas gumpalan padatan lebih rendah dari air sehingga memungkinkan gumpalan tersebut mengapung ke permukaan (Gregory R, dkk 1999). Selain dengan DAF proses pemisahan juga bisa dilakukan dengan membran.

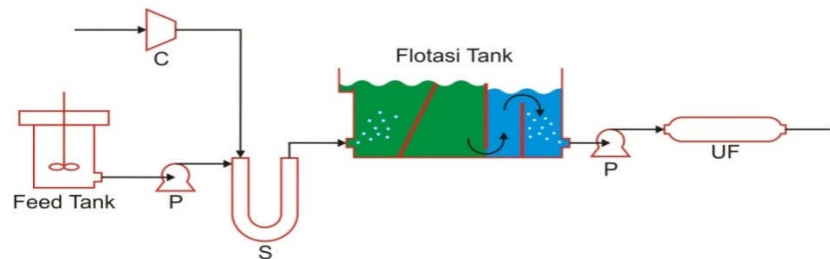
Membrane UF dapat memisahkan alga secara sempurna, namun tekanan operasi UF menjadi meningkat atau membran akan mengalami penurunan fluks selama pemisahan alga berlangsung (Liang, et.al 2008). Penurunan fluks dapat disebabkan oleh fouling (Chen, et.al 2006). Fouling merupakan masalah utama yang pada membran. *Fouling* diakibatkan oleh adanya partikel-partikel yang tertahan dan menutupi permukaan membran. *Fouling* ini

semakin lama akan semakin meningkat, dan membuat kerja membran menjadi semakin berat sehingga jumlah permeat yang dihasilkan menurun (Ayse et.al, 2007 & Karamah dkk). Untuk mengurangi *fouling*, dilakukan *backwash*, yaitu pencucian balik, dimana permeat dipompa kembali menuju membran, dengan tujuan membersihkan kotoran yang tertahan dan menutupi permukaan membran.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk memisahkan lumut dari air berlumut dengan mengkombinasikan antara Dissolved air flotation dengan Ultrafiltrasi dengan mengetahui koagulan yang tepat untuk pemisahan air berlumut dan tekanan operasi yang tepat pada proses DAF.

2. Bahan dan metode penelitian

Peralatan penelitian disusun seperti pada Gambar 1.



Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah koagulan tawas dan PAC serta sampel air berlumut. Air berlumut yang digunakan sebagai umpan berasal dari kolam pengembangbiakan lumut di Jurusan Teknik Kimia Universitas Diponegoro. Tahapan pada penelitian ini yaitu: penentuan koagulan yang tepat untuk Pemisahan air berlumut, proses koagulasi, penentuan tekanan yang optimum pada proses DAF dan ultrafiltrasi.

Pada penentuan koagulan untuk pemisahan air berlumut digunakan dua koagulan yaitu tawas dan PAC. Kadar yang digunakan pada koagulan tawas yaitu 30,40,50 gr/l sedangkan PAC 15,20,25 gr/l. Tekanan yang digunakan untuk proses Daf yaitu 5-7 bar.

Analisa turbidimetri dilakukan pada umpan air berlumut sebelum di koagulasi dan produk DAF. Pengukuran turbiditas dilakukan dengan menggunakan turbidimeter *Orbeco-Helligs* dengan satuan standar NTU. Untuk tahap ultrafiltrasi, pengukuran turbiditas pada umpan dan permeat membran dilakukan setiap 30 menit. Selain itu pada tahap ultrafiltrasi, fluks dicatat setiap saat dengan tujuan dapat dihasilkan karakteristik penurunan fluks membran.

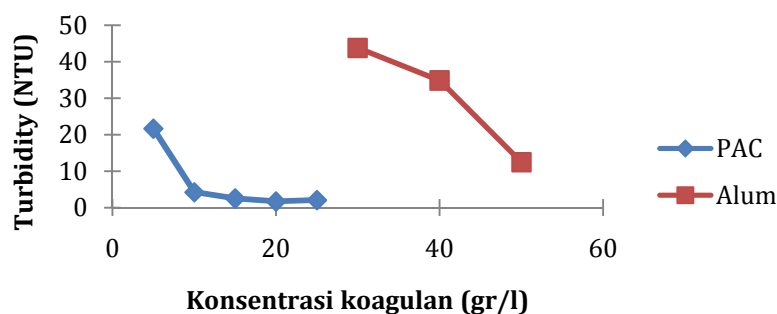
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Karakteristik Umpan

Analisis umpan yang akan diolah dengan proses koagulasi dan ultrafiltrasi dilakukan dengan mengukur kekeruhan (turbiditas) air berlumut sebelum proses koagulasi dilakukan. Pengukuran turbiditas dilakukan dengan menggunakan turbidimeter *Orbeco-Helligs* dengan satuan standar NTU. Hasil dari pengukuran turbiditas menunjukkan bahwa kekeruhan air berlumut yang digunakan sebagai umpan adalah berkisar antara 40 – 60 NTU.

3.2 Pengaruh Koagulan pada Proses DAF

Pada gambar 3.1 menunjukkan pengaruh Koagulan pada proses DAF. Dari gambar dapat dilihat bahwa konsentrasi koagulan yang semakin besar menghasilkan turbiditas effluent kecil. Hal ini menunjukkan bahwa koagulan mempengaruhi proses pemisahan DAF. Pada proses DAF untuk air berlumut, koagulan PAC menghasilkan nilai turbiditas yang lebih rendah dibandingkan dengan menggunakan koagulan tawas, meskipun konsentrasi koagulan tawas lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi PAC. Hal ini dikarenakan PAC mampu memberikan daya koagulasi dan flokulasi yang lebih kuat daripada tawas (Anton Budiman, dkk 2008).



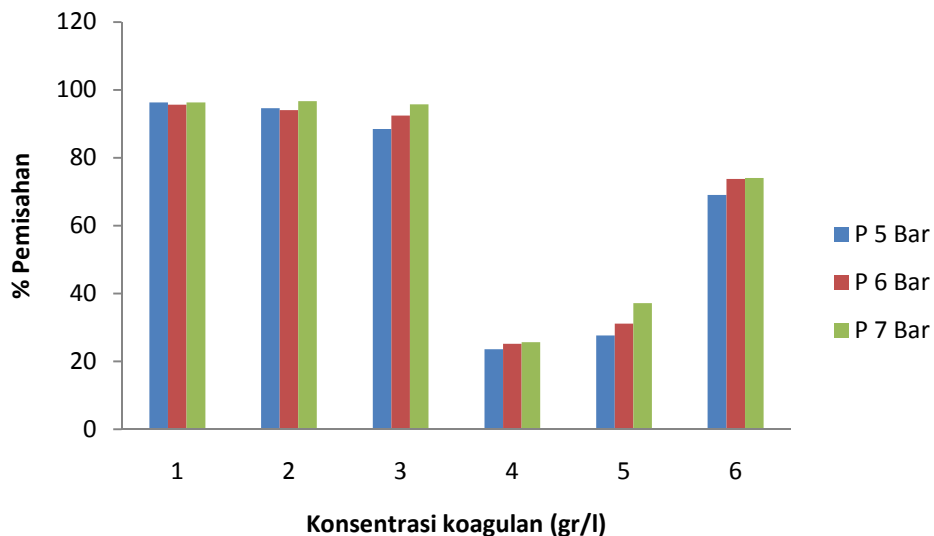
Gambar 3.1. Pengaruh Koagulan Pada Proses Dissolved Air Flotation

Koagulasi, dengan penambahan koagulan tawas dan PAC akan menghasilkan reaksi kimia dimana muatan-muatan negatif yang saling tolak menolak disekitar partikel terlarut yang berukuran koloid akan ternetralisasi oleh ion-ion positif dari koagulan dan akhirnya partikel-partikel koloid akan saling menarik dan menggumpal membentuk flok. Sedangkan pengadukan pelan akan memperpendek jarak antar partikel sehingga gaya tarik-menarik antar partikel menjadi lebih besar dan dominan dibandingkan gaya tolaknya, yang menghasilkan kontak dan tumbukan antar partikel yang lebih banyak dan lebih sering. Kontak inilah yang menggumpalkan partikel-partikel padat terlarut terkoagulasi berukuran mikro menjadi partikel-partikel flok yang lebih besar. Flok-flok ini kemudian akan beragregasi. Ketika pertumbuhan flok sudah cukup maksimal (massa, ukuran), akan diumpankan pada proses DAF (Karamah dan Setijo).

Dari grafik diatas dapat kita lihat bahwa PAC mempunyai kemurnian lebih dari 98% dibandingkan dengan tawas. Karena PAC mempunyai keunggulan antara lain rentang pH nya yang relative luas yaitu sekitar 6-9 (Agus,1995), dibandingkan dengan tawas yang hanya mempunyai rentang pH 5-7. Koagulasinya lebih kuat di banding dengan flok yang dihasilkan dari koagulan tawas dan flok yang dihasilkan relative lebih besar. PAC juga mempunyai kelarutan yang sangat tinggi dan apabila digunakan untuk pengolahan limbah cair dia tidak terlalu menurunkan pH seperti tawas (Rachmawati,dkk 2009). Derajat keasaman (pH) adalah salah satu factor terpenting yang mempengaruhi proses koagulasi. Bila proses koagulasi dilakukan tidak pada rentang pH optimum, maka akan mengakibatkan gagalnya proses pembentukan flok dan rendahnya kualitas air yang dihasilkan (Rahayuning dkk, 2007). Agar proses koagulasi dapat memberikan hasil yang optimum di instalasi pengolahan air (IPA),maka dampak penggunaan koagulan untuk suatu kualitas air baku tertentu harus dapat diprediksi.

3.3 Pengaruh Tekanan Terhadap Proses DAF

Pada gambar 3.2 menunjukkan Pengaruh Tekanan terhadap proses DAF. Dari Gambar menunjukkan bahwa tekanan 7 bar memiliki nilai pemisahan yang paling tinggi, hal ini menunjukkan semakin besar tekanan maka proses pemisahan dengan DAF semakin baik yang ditandai dengan menurunnya nilai turbiditas air hasil operasi DAF sehingga menghasilkan persen pemisahan yang tinggi. Tekanan operasi merupakan salah satu parameter penentu dalam operasional DAF terkait dengan pembentukan gelembung udara agar mampu berikatan dengan padatan (Rahayuning dkk, 2007) .

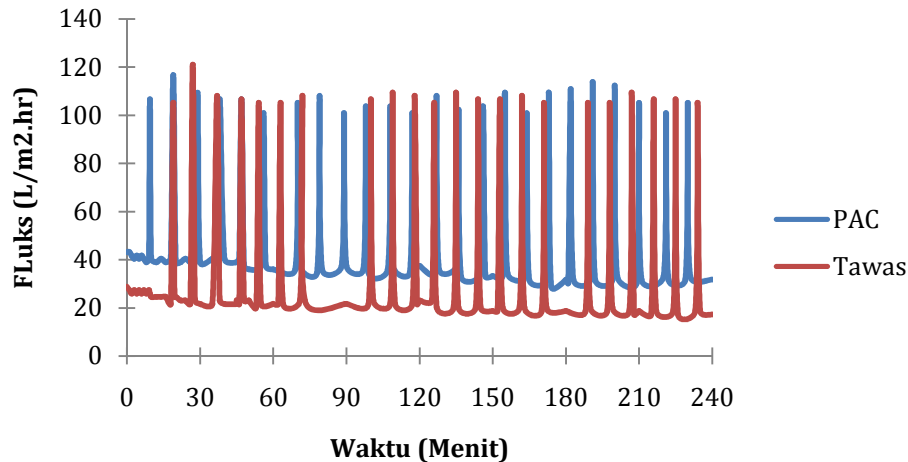


Gambar 3.2 Pengaruh Tekanan terhadap % pemisahan pada DAF dengan koagulan PAC dan tawas (1: PAC 25 gr/l; 2: PAC 20 gr/l; 3: PAC 15 gr/l; 4: tawas 30 gr/l; 5:tawas 40gr/l; 6: tawas 50gr/l).

Tekanan yang kurang memadai menyebabkan gelembung udara yang terbentuk berdiameter lebih besar dan berjumlah sedikit. Ukuran gelembung yang besar menyebabkan kecepatan mengapung menjadi lebih besar. Meningkatnya kecepatan apung gelembung dapat meningkatkan gaya gesek antara gelembung dengan ikatan flok suspensi yang sudah terbentuk. Hal tersebut menjadikan flok yang sudah terbentuk lebih mudah pecah. Selain itu, ukuran gelembung berpengaruh pada luas permukaan kontak padatan (algae) dengan gelembung udara. Semakin besar gelembung akan memperkecil luas kontak. Semakin kecil kontak membuat padatan (algae) yang terapungkan semakin sedikit, yang ditunjukkan dengan menurunnya efisiensi pengolahan DAF. Ini menunjukkan bahwa diameter gelembung mempengaruhi efisiensi pemisahan dan menjadi parameter penting dalam pemisahan DAF. Namun variasi tekanan tidak menunjukkan perubahan persen pemisahan yang signifikan pada proses pemisahan air berlumut ini.

3.4. Karakteristik Penurunan Fluks pada Membran Ultrafiltrasi dengan Menggunakan Umpan Hasil Proses Dissolved Air Flotation

Pada Gambar 3.3 menjelaskan tentang karakteristik penurunan fluks pada membran ultrafiltrasi dengan umpan hasil Dissolved Air Flotation dengan koagulan tawas dan PAC.



Gambar 4.3 Karakteristik Penurunan Fluks pada Membran Ultrafiltrasi dengan Menggunakan Umpan Hasil Proses Dissolved Air Flotation

Pada Gambar 4.3 menunjukkan bahwa fluks permeat membran ultrafiltrasi dari waktu ke waktu mengalami penurunan. Penurunan fluks ini disebabkan adanya *fouling* pada permukaan membran (Chen, et al. 2006). *Fouling* diakibatkan oleh adanya partikel-partikel yang tertahan dan menutupi permukaan membran.

Fouling ini semakin lama akan semakin meningkat, dan membuat kerja membran menjadi semakin berat sehingga jumlah permeat yang dihasilkan menurun (Ayse et al., 2007 & Karamah dkk.). Untuk mengurangi *fouling*, dilakukan *backwash*, yaitu pencucian balik, dimana permeat dipompa kembali menuju membran, dengan tujuan membersihkan kotoran yang tertahan dan menutupi permukaan membran. Pada penelitian ini *backwash* dilakukan tiap 10 detik tiap 10 menit. Hasil yang diperoleh dari umpan dengan koagulan PAC menghasilkan fluks lebih besar dibandingkan dengan penggunaan koagulan tawas. Hal ini disebabkan pada proses DAF menggunakan koagulan PAC umpan membran yang dihasilkan lebih jernih dari pada menggunakan koagulan tawas. Hasil umpan membran yang lebih jernih akan mengurangi beban membran ultrafiltrasi dalam menyaring umpan sehingga fluks umpan dengan koagulan PAC lebih tinggi dibanding fluks umpan dengan koagulan tawas.

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan beberapa hal mengenai proses pengolahan air lumut dengan kombinasi Dissolved Air Flotation dan ultrafiltrasi yaitu koagulan PAC merupakan koagulan yang baik untuk pemisahan air berlumut dibandingkan dengan koagulan tawas. Dosis untuk koagulan PAC paling baik adalah 25gr/l sedangkan untuk tawas dosis yang paling baik 50gr/l. Tekanan pada 7 bar menunjukkan proses pemisahan lumut yang paling baik dibandingkan variasi tekanan lain. Namun perbedaan variasi tekanan tidak menunjukkan perubahan yang signifikan pada proses pemisahan air berlumut ini. Pralakuan DAF sebelum proses ultrafiltrasi pada pengolahan air lumut akan mengurangi beban kerja membran ultrafiltrasi. Pada proses ultrafiltrasi, pralakuan DAF dengan koagulan PAC menghasilkan fluks yang lebih besar dibandingkan dengan penggunaan koagulan tawas.

Daftar Pustaka

- Agus Setijorini (1995). Optimalisasi Perbandingan Campuran Aluminium Sulfat (Tawas) dan Poly Aluminium Chloride Pada Proses Koagulasi-Flokulasi Air Baku Sungai Kaligarang Kotamadia Semarang Dengan Keketuhan 500 NTU.
- Ayse Asatekin, Soektae Kang, Elimelech, Menachem., Mayes, Anne M., (2007), "Anti-fouling ultrafiltration membranes containing polyacrylonitrile-graft-poly(ethylene oxide) comb copolymer additives" *Journal of Membrane Science* 298 (2007) 136-146.
- Budiman, Anton., dkk. "Kinerja Koagulan Poly Aluminium Chloride (PAC) dalam Penjernihan Air Sungai Kalimas Surabaya Menjadi Air Bersih" *Widya Teknik* Vol.7, No. 1, 2008, hal.25-34.
- Chen, Y., Dong, B.Z., Gao, N.Y., Fan, J.C., (2006), "effect of coagulation pretreatment on fouling of an ultrafiltration membrane", *Desalination* 204 (2007), hal 181-188.

- Gregory R., Edzwald J. and Zabel T. (1999) Sedimentation and Flotation, Chapt.7 in Water Quality & Treatment, 5th Edtn., AWWA & McGrawHill. (6th Edtn. in preparation).
- Karamah, Eva Fathul, dan Setijo Bismo. Pengaruh Dosis Koagulan PAC Dan Surfaktan SLS Terhadap Kinerja Proses Pengolahan Limbah Cair Yang Mengandung Logam Besi (Fe), Tembaga (Cu), Dan Nikel (Ni) Dengan Flotasi Ozon. Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Indonesia Kampus UI Depok.
- Lawrence K. Wang et al. Dissolved Air Flotation. In : Handbook of Environmental Engineering, Volume 3: Physicochemical Treatment Processes Edited by: L. K. Wang, Y.-T. Hung, and N. K. Shamas, The Humana Press Inc., Totowa, NJ, pp. 431-500.
- Liang, H., Weijia Gong, Jie chen Guibai Li, (2007), "Cleaning of fouled ultrafiltration (UF) membrane by algae during reservoir water treatment", *Desalination* 220 (2008), hal 267-272.
- Mulder, Marcel, *Basic Principles of Membrane Technology*, Kluwer Academic Publisher, Netherlands, 1991.
- Notodarmojo, Suprihanto., dan Deniva, Anne., "Penurunan Zat Organik dan Kekeruhan Menggunakan Teknologi Membran Ultrafiltrasi dengan Sistem Aliran Dead-End (Studi Kasus : Waduk Saguling, Padalarang)", Departemen Teknik Lingkungan ITB, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, PROC. ITB Sains & Tek. Vol. 36 A, No. 1, 2004, 63-82.
- Rachmawati, Iswanto bambang, and Winarni. Pengaruh pH Pada Proses Koagulasi dengan Koagulan Alumunium Sulfat dan Ferri Klorida. Indomas Mulia, Konsultan Air Bersih dan Sanitasi, Jakarta. Jurnal Teknologi Lingkungan, Vol 5, No 2, Desember 2009, pp.40-45 ISSN: 1829-6572
- Rahayuningwulan, Diana., Cahyaningsih, Sudaryati., dan Hidayat, 2007, " Kinerja DAF dalam Penyisihan Minyak Lemak dan Padatan Tersuspensi pada Variasi Tekanan pada Air Limbah Industri Minyak Kelapa Sawit", Jurnal Kimia Indonesia, Vol. 2(1), 2007, h. 21-24.
- Ross, Charles C., Smith, Brandon M., and Valentine, G. Edward (2000) Rethinking Dissolved Air Flotation (DAF) Design for Industrial Pretreatment, 2000 Water Environment Federation and Purdue University Industrial Wastes Technical Conference, St. Louis, Missouri.
- Sincero, A. P. and G. A. Sincero (2003). Screening, settling, and flotation