Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah *p-ISSN 2656-5021*
Volume 8 Nomor 2 Halaman 198-203 April 2023 *e-ISSN 2657-1579*

PERAN KOAGULAN *POLY ALUMINIUM CHLORIDE* (PAC) PADA PENGOLAHAN AIR BERSIH DAN AIR MINUM TERINTEGRASI REGIONAL BANJARBAKULA

Mastiadi Tamjidillah [1]*, Muhammad Nizar Ramadhan[1], Atma Cahyo Anggono[1], Rahmadin Bonazir[1]

[1,] Program Studi Teknik Mesin FT ULM Banjarbaru, Indonesia
**Corresponding author*: mastiadit@ulm.ac.id

Abstrak

Beberapa sumber air baku yang digunakan pada pengolahan air bersih dan air minum memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi seperti Sungai Martapura, Sungai Tabuk, Sungai Rangas, Bati-bati, Sungai Barito, Rantau Badauh dan Aliran Irigasi Riam Kanan. Karakteristik dan tingkat kekeruhan tersebut sangat dominan mempengaruhi proses pengolahan, sehingga diperlukan peran koagulan untuk menurunkan secara perlahan. Dengan menambahkan komposisi dan persentase (PAC) secara bertahap pada proses mixing pada pengolahan air akan menghasilkan model pencampuran antara air baku, PAC dan langkah putaran pompa instalasi. Model pencampuran yang didapatkan setelah penambahan PAC secara bervariasi akan menurunkan tigkat kekeruhan < 5 NTU sesuai standar kesehatan. Setting penambahan PAC bertahap dengan % konsentrasi PAC 5 ppm, 10 ppm, 15 ppm, 20 ppm dan 25 ppm, setting volume air baku 5 lt/det, 10 lt/det, 15 lt/det, 20 lt/det dan 25 lt/det dan putaran stroke pompa 5 %, 10 %, 15%, 20% dan 25 %. Perilaku gerak partikel yang melayang (flok) terlihat dengan penambahan koagulan yang bergerak secara gravitasi turun kebawah, karakteristik partikel seperti dimensi butir nampak dengan pengujian *scanning electron microscope* (SEM) hasil pengendapan proses pencampuran

Keywords **:** air bersih, air minum, PAC, kekeruhan, pengolahan, setting

1. PENDAHULUAN

Dalam rangka memenuhi ketersedian air baku dan pencapaian target Milenium Development Goals (MDGs), pimpinan di daerah 5 (Lima) Kabupaten/Kota Provinsi Kalimantan Selatan Kota Banjarmasin, Kota Banjarbaru, Kabupaten Banjar, Kabupaten Barito Kuala dan Kabupaten Tanah Laut, telah melakukan kesepakatan (MoU) Pengembangan Sistem Penyedian Air Minum (SPAM) secara regional di Kawasan Strategis Provinsi (KSP) Banjarbakula dan selanjutnya disebut SPAM Regional Banjarbakula. Dengan populasi penduduk di lima daerah tersebut yang berjumlah sekitar 2 juta jiwa, maka harus dipastikan ketersediaan air baku yang berkualitas dengan volume 1500 L/det dalam memenuhi kebutuhan regional.

Kebutuhan air bersih sangat penting karena beragam kegiatan kehidupan masyarakat yang dinamis seperti keperluan rumah tangga, industri dan sebagainya. Peran air sangat dibutuhkan oleh manusia yang sebagian besar tersusun dari air untuk aktifitas dan kegiatan sehari-hari, sehingga ketersediaan, kualitas dan kontinuitas air bersih sangat penting bagi kehidupan manusia dan industri (Rao, 2010). Untuk menjaga kualitas air bersih pada Water Treatment Plant (WTP) sesuai dengan standar air minum sampai ke pelanggan untuk memenuhi kebutuhan regional yang dengan sumber air baku dari sungai yang memiliki tingkat kekeruhan yang tinggi.

Pada proses mixing terjadi proses koagulasi bertujuan untuk mengurangi kekeruhan, warna dan bau yang melalui proses kimia yang digunakan untuk menghilangkan partikel koloid yang dapat menggangu lingkungan (Watanabe 2002 & Russel 1989). Partikel koloid ini tidak dapat mengendap sendiri dan sulit ditangani secara fisik, penambahan koagulan PAC mendestabilisasi partikel sehingga terbentuk mikroflok (Pan JR 1999). Mikroflok tersebut kemudian menggumpal menjadi makroflok yang dapat diendapkan melalui proses flokulasi. Proses penggumpalan tergantung pada waktu dan pengadukan lambat dalam air. Umumnya periode flokulasi terjadi selama 10-30 menit setelah proses koagulasi (Abu Hassan, 2009). Semakin cepat waktu pencampuran maka flok yang terbentuk semakin besar dengan karakteristik sumber air baku, kondisi pengadukan, waktu flokulasi, koagolan yang dipilih, dan variasi penambahan consentration koagulasi akan mempengaruhi kinerja dari koagulasi Roussy (2005) dan Amudaa (2007).

Partikel-partikel koloid yang berukuran kecil dan halus umumnya bermuatan negatif karena air sungai mengandung senyawa organik atau anorganik yang tidak dapat dihilangkan dengan sedimentasi biasa, dengan

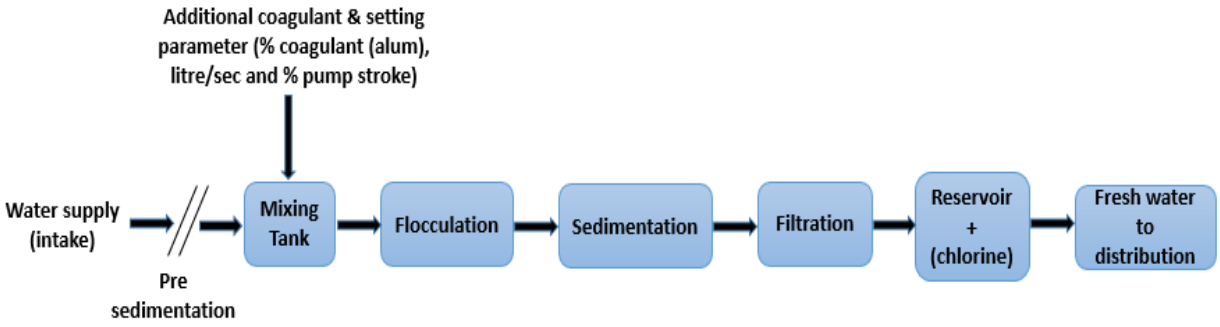
© 2023 Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat

menggunakan PAC yang bermuatan positif terbentuklah gaya tarik menarik saling mendekat membentuk gumpalan partikel flock (Amokrane, 1997). PAC sebagai koagulan penjernih air bersih dan air minum memiliki kecepatan yang baik dalam membentuk flok baru dalam proses pencampuran air bersih. Sebagai unsur dasar adalah alumunium membentuk unit berulang dalam ikatan rantai molekul panjang yang bermuatan positif yang tinggi dan berat molekul yang besar dan dapat memperkecil flok dalam air yang dijernihkan meski dalam dosis tertentu (Giubal E, 2007). Dengan demikian PAC menggabungkan netralisasi dan kemampuan menjembatani partikel-partikel flock sehingga koagulasi berlangsung lebih efisien (Koohestaniao, 2008). PAC dapat dengan mudah menetralkan muatan listrik pada permukaan flock dan dapat mengatasi serta mengurangi gaya tolak menolak elektrostatis antar partikel sampai sekecil mungkin, sehingga memungkinkan flock tersebut saling mendekat (gaya tarik menarik kovalen) dan membentuk gumpalan/massa yang lebih besar (Chen X, 2000 dan Sthepenson, 2003). Penggunaan PAC sangat diperlukan untuk menurunkan tingkat kekeruhan dan perbaikan setting parameter air bersih pada proses pencampuran untuk berbagai tingkat kekeruhan dari sumber air baku di regional.

Penelitian tentang proses pencampuran pada proses mixing sering dilakukan untuk meminimasi *waste* air bersih (Gomes & Bayo, 2009) yang terdapat dalam proses pencampuran penggunaan tawas atau PAC (*poly aluminium cloride*) sebagai bahan pencampur untuk menjernihkan air mengalami perkembangan, PAC sering digunakan untuk air baku dari sungai, namun demikian untuk air baku dari sungai perlu di pertimbangkan kandungan/komposisi yang berpengaruh pada desain parameter proses pencampuran untuk menurunkan tingkat kekeruhan agar menghasilkan kualitas air minum sesuai standar kesehatan.

2. METODE

Pendekatan penelitian yang dipakai adalah kombinasi penelitian deskriftif, survey, desain eksperimen, setting parameter pada proses pencampuran PAC (*poly aluminium chloride)* cair pada proses *mixing* antara PAC, air baku dan *stroke pump* (pompa dosing). Semua tahapan proses pengolahan air bersih diidentifikasi dan diketahui karakteristik sumber air baku. Penambahan PAC secara bertahap akan menghasilkan penurunan tingkat kekeruhan sesuai standar Kesehatan < 5 NTU (*nepholometric turbidity unit*). Bahan penelitian yang digunakan adalah air baku dari sungai regional Banjarbakula, air baku diambil untuk mengetahui parameter fisika berupa warna, kekeruhan dan zat padat terlarut dan parameter kimia seperti pH, daya hantar listrik, Fe dan Mn. Demikian sebaliknya air bersih dan air minum setelah proses pencampuran juga diketahui parameter fisika dan kimia untuk mengetahui nilai penurunan kekeruhan. Pada gambar 1 di bawah terlihat proses pengolahan air bersih pada proses mixing.



Gambar 1. Proses pengolahan air bersih

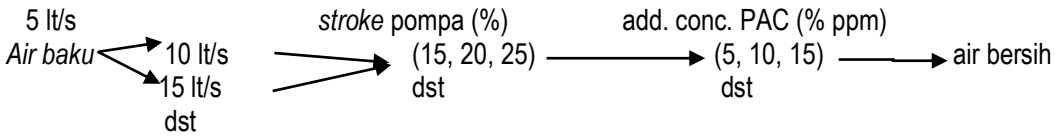
Proses manufaktur dan pengolahan air bersih dan air minum harus memperhatikan input air baku yang spesifik berupa tingkat kekeruhan yang tinggi, disebabkan oleh kondisi lingkungan di bagian hulu dari sungai di Kawasan regional yang bervariasi, komposisi organik akan berpengaruh pada proses pengolahan untuk menurunkan tigkat kekeruhan. Dengan melihat input bahan baku yang spesifik setiap sungai, maka setting parameter penambahan PAC yang sesuai sangat diperlukan untuk mengurangi tingkat kekeruhan dengan variasi dosis koagulan untuk mendapatkan proses pencampuran yang optimum. Fungsi dan peran koagulan PAC

© 2023 Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat

diperlukan untuk menurunkan kekeruhan dan peningkatan kualitas produk air bersih dan air minum sesuai standar kesehatan yang sesuai dengan prinsip rancangan kualitas. Kualitas air bersih harus di setting dari awal (off-line), bukan inspeksi dan monitoring di proses (on-line). Dengan meminimasi deviasi dari target, produk harus didesain sehingga *robust* terhadap faktor lingkungan yang tidak dapat dikontrol.

Dengan pendekatan metode Taguchi diperlukan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap suatu respon yang optimum dengan karakteristiknya. Karakteristik kualitas *Smaller the Better* (STB) mengindikasikan bahwa semakin kecil besaran parameter karakteristik, maka kualitas akan semakin baik. *Larger the Better* (LTB) mengindikasikan semakin besar parameter karakteristik, maka kualitas tersebut akan semakin bagus, dan karakteristik kualitas *Nominal the Better* (NTB) mengandung arti bahwa kualitas akan dikatakan semakin baik apabila mendekati nominal (target) yang telah ditetapkan melalui setting parameter.

Pada gambar 2 di bawah setting parameter dengan karakteristik kualitas sumber air baku pada proses pengolahan air bersih dan air minum.



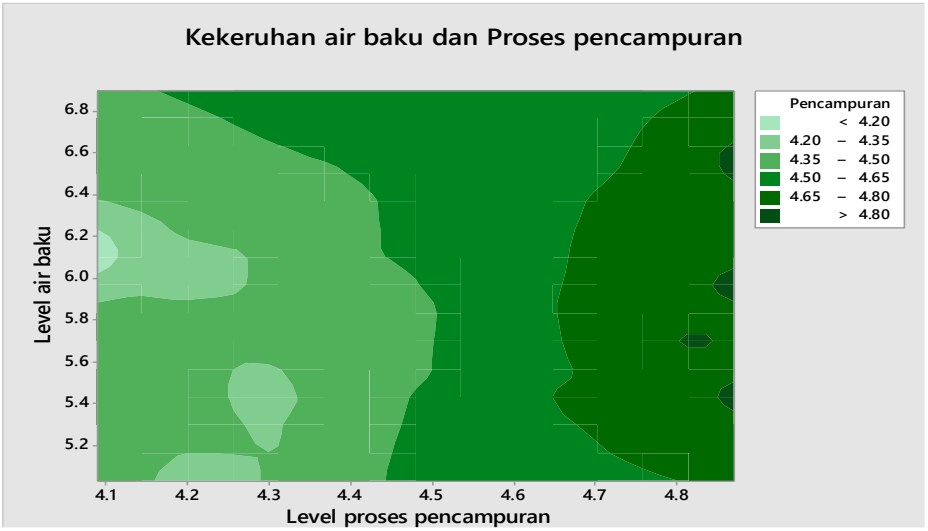
Gambar 2. Setting parameter air bersih dan air minum

Dengan setting parameter pada proses pengolahan air bersih dan air minum untuk menurunkan tingkat kekeruhan dengan variasi penambahan koagulan, volume air baku dan langkah pompa. Sifat koagulan yang bermuatan positif tersebut digunakan untuk menarik partikel koloid yang bermuatan negatif membentuk flok yang akan mengendap kedasar saluran. Dengan menggunakan setting parameter dan penambahan koagulan secara bertahap akan memberikan informasi penurunan tingkat kekeruhan dan perbaikan kualitas air bersih dan air minum.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Karakteristik distribusi kekeruhan

Kondisi setiap sumber air baku akan mempengaruhi tingkat kekeruhan dengan rerata diatas 5 NTU, namun setelah dilakukan setting penambahan koagulan secara bertahap, maka terjadi penurunan pada proses mixing pengolahan air bersih dengan rerata 4,559 NTU (gambar 3) di bawah. Dengan bertambahnya level konsentrasi ppm koagulan terlihat sebaran/kontor tingkat kekeruhan berdasarkan fluktuasi kekeruhan mendekati distribusi normal dibawah 5 NTU. Variasi kekeruhan air baku dipengaruhi oleh kondisi lingkungan organik di sepanjang sungai, cuaca dan lingkungan hutan. Semakin tinggi penambahan ppm koagulan maka kekeruhan akan berkurang sampai mencapai tingkat kekeruhan sesuai standar Kesehatan.



© 2023 Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat

p-ISSN 2656-5021
e-ISSN 2657-1579

Gambar 3. Tingkat kekeruhan air baku dari sungai

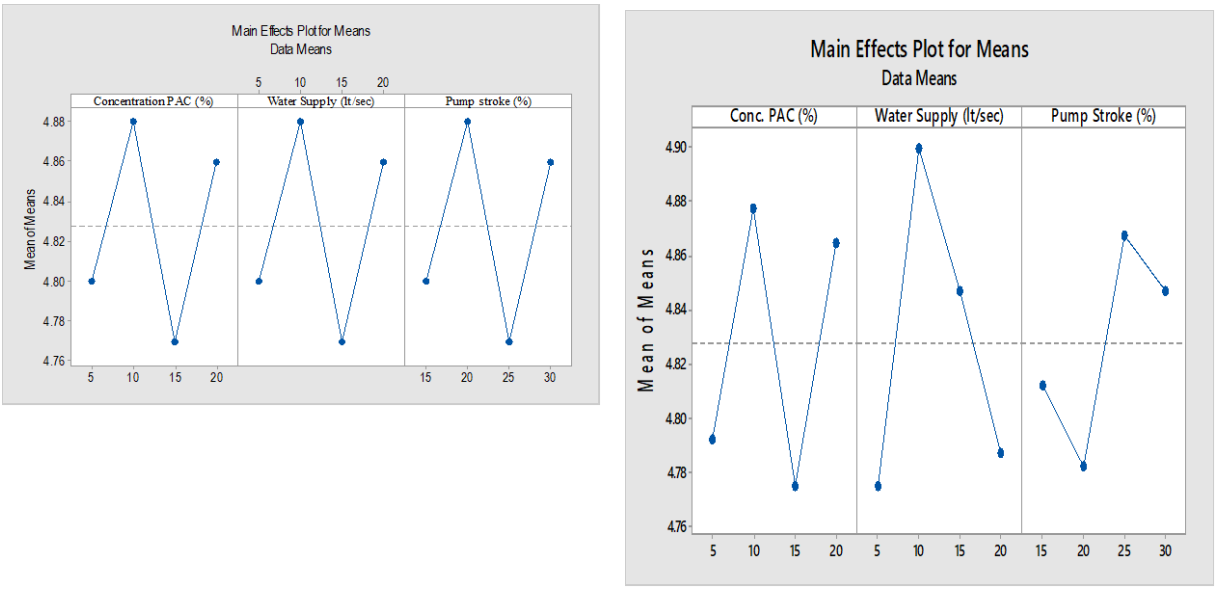
3.2 Setting Parameter Proses *Mixing*

Setting parameter pada pengolahan air bersih dan air minum terlihat pada tabel 1 di bawah yang menunjukkan variasi setting dalam eksperimen untuk penambahan koagulan secara bertahap dengan kondisi air baku dan stroke pompa utuk memutar *blade* pada proses *mixing* pengolahan air bersih dan air minum.

Tabel 1. Level faktor

Parameter	*Code*	Level 1	Level 2	Level 3	Level 4
*Conc.*PAC (% ppm)	A	5	10	15	20
Water supply (lt/sec)	B	5	10	15	20
Pump stroke (%)	C	15	20	25	30

Perubahan penambahan ppm koagulan/konsentrasi koagulan PAC dimulai dari ppm rendah, ppm sedang dan ppm tinggi bersamaan dengan setting air baku dan langkah pompa. Penurunan tingkat kekeruhan terlihat lebih baik dengan naiknya level konsentrasi koagulan yang memiliki partikel ion-ion positif, ion-ion yang bersifat positif akan menangkap ion-ion negatif dengan aliran di proses mixing sampai sidementasi. Pada gambar 4 di bawah efek proses pencampuran yang optimum setting parameter dengan berbagai variasi konsentrasi PAC, air baku dan langkah pompa.



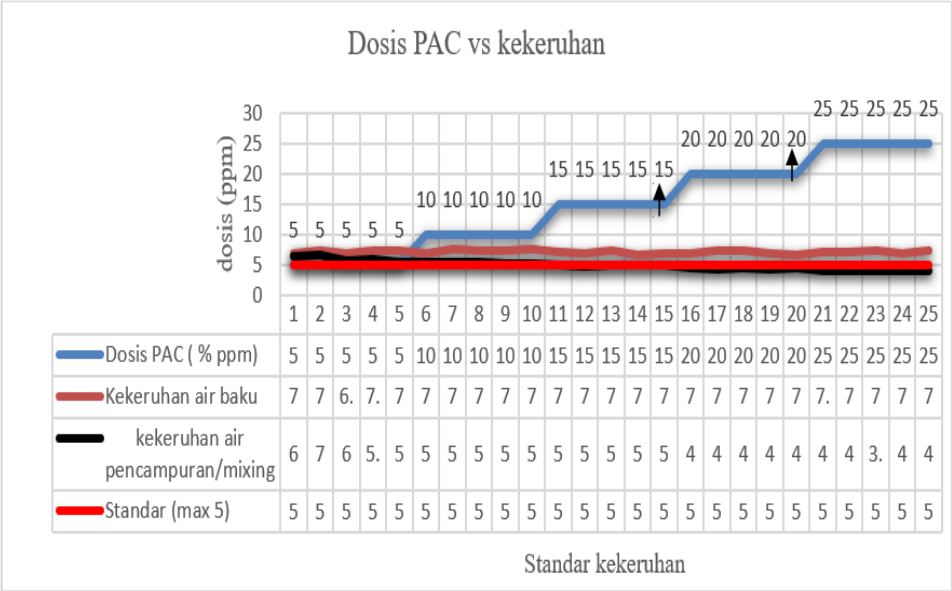
a. Air bresih b. Air Minum

Gambar 4. Setting parameter pada proses *mixing* Air bersih dan Air Minum

3.3 Penurunan kekeruhan dengan penambahan PAC

© 2023 Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat

Pada proses *mixing* yang dilakukan pada gambar 5 di bawah terlihat nilai kekeruhan air baku diatas 5 NTU (*nephelometric turbidity unit*) yang merupakan standar nilai untuk air bersih. Dengan penambahan PAC secara bertahap pada ppm sedang (11 sampai 15 ppm) terlihat penurunan nilai kekeruhan di range 4–5 NTU. Nilai kekeruhan akan menurun sesuai penambahan ppm PAC. Variasi kekeruhan air bersih dan air minum dipengaruhi oleh kekeruhan air baku dan penambahan PAC secara bertahap, termasuk kecepatan putar dari stroke pompa sehingg flock yangmelayang lebih cepat turun kebawah secara gravitasi dengan prinsip sedimentasi. Dengan melihat fluktuasi kekeruhan air baku dapat di prediksi model proses *mixing* pada level ppm sedang 12 ppm koagulan untuk air bersih dan 17 ppm untuk air minum dengan penambahan *chlorine* untuk meminimasi jenis bakteri/*disinfectant* yang mengganggu kesehatan konsumen.



Gambar 5. Optimum proses mixing (tanda panah)

Dengan melihat gambar (4) dan (5) serta tabel (1) di atas didapatkan proses pencampuran yang optimum untuk air bersih dan air minum seperti:

Optimum proses mixing air bersih = 12% ppm PAC + 12 lt/det + 12 % *stroke* pompa
Optimum proses mixing air bersih = 12% ppm PAC + 12 lt/det + 12 % *stroke* pompa + *chlorine*

4. SIMPULAN

Dengan penambahan koagulan PAC secara bertahap akan terjadi penurunan tingkat kekeruhan, secara perlahan mulai dari ppm rendah 5-10, kemudian dinaikkan bertahap dari ke ppm sedang 11-20, dan ppm tinggi di atas 20 ppl, pada setiap kenaikan level tersebut akan terjadi gaya tarik menarik ion positif yang ada pada koagulan PAC yang kuat terhadap ion negatif pada koloid/lumpur atau *flock* yang melayang. Pada ppm PAC rendah gaya tarik menarik antara koagulan dan *flock*/koloid tidak terlalu besar, namun untuk ppm sedang dan ppm tinggi gaya tarik dari koagulan semakin kuat karena sifatnya yang memiliki ion positif, sebaliknya efek gerak *Brown* semakin kecil dengan bertambahnya % ppm koagulan PAC karena air cenderung berwarna putih dengan penambahan chlorine pada pengolahan air minum. Jika ppm koagulan PAC ditambah lagi maka *flock-flock* secara gravitasi akan ke bawah berupa *waste* sedimentasi.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih peneliti sampaikan kepada Universitas Lambung Mangkurat dan LPPM melalui program dosen wajib meneliti tahun 2022 atas dukungan dana penelitian.

© 2023 Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat

6. DAFTAR PUSTAKA

Abu Hassan, M. A., Li, T.P. and Noor, Z.Z., (2009). Coagulation and flocculation treatment of wastewater in textile industry using chitosan. *J. Chem. Nat. Resource. Eng*., Vol. 43, pp 43-53.

Amokrane, A., Comel, C. and Veron, J., *Landfill Leachates Pre-Treatment by Coagulation Flocculation*. (Water Res., 31, pp 2775–2782, 1997).

Amudaa, O. S. and Amoob, I. A., Coagulation/Flocculation Process and Sludge Conditioning in Beverage Industrial Wastewater Treatment. *Journal. Hazard. Mater*, Vol. 141, pp.778-783, 2007.

Cheng, X., Chen, G. and Yue, P. L. (2006). Separation of Pollutants from Restaurant Wastewater by Electrocoagulation. *Sep. Purf. Technol*., Vpl. 19, pp. 65-76.

Gomez-Lopez, M. D., Bayo, J., Garcia-Cascales, M. S., & Angosto, J. M. (2009). Decision support in disinfection technologies for treated wastewater reuse. *Journal of Cleaner Production*, 17, 1504–1511.

Guibal, E. and Roussy, J., Coagulation and Flocculation of Dye-Containing Solutions Using a Biopolymer (Chitosan). *React. Funct. Polym*, Vol. 67, pp. 33-42, 2007.

Koohestanian, A.., Hosseini, M. and Abbasian, Z., The Separation Method for Removing of Colloidal Particles from Raw Water. *American-Eurasian J. Agric. & Environ. Sci*., Vol. 4, pp. 266-273, 2008.

Pan, J. R., Huang, C. P., Chen, S. C. and Chung, Y. C., *Evaluation of a Modified Chitosan Biopolymer for Coagulation of Colloidal Particles. Colloids and Surfaces* (A. 147, 359-364, 1999).

Rau J.G,Wooten DC, *Environmental Impact Analysis Handbook*. (Mc.Graw Hill Book Company, New York, 2010)

Roussy. (2005). Treatment of ink-containing waste water by coagulation/flocculation using biopolymers. *Journal of Water* SA 3: 375378.

Russel, W B. Saville, D A.; Schowalter, W R,. *Colloidal Dispersions*. (Cambridge, U.K.: Cambridge Univ. Press. 1989).

Stephenson, R. and Tennant, B., New Electrocoagulation Process Treats Emulsified Oily Wastewater at Vancouver *Shipyards. Environ. Sci. Eng. Mag*., http://www.esemag.com, 2003.

Wanatabe M dan Ushiyama T.. *Characteristic and effective application of polimer coagulant*. (Tokyo: Kurita Water Industries Ltd. 2002).

© 2023 Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat, Universitas Lambung Mangkurat