

EFEKTIVITAS PATI-FOSFAT DAN ALUMINIUM SULFAT SEBAGAI FLOKULAN DAN KOAGULAN

Amilia Linggawati*, Muhdarina, Harapan Sianturi

Jurusan Kimia, FMIPA, Universitas Riau

Diterima 8-1-2002 Disetujui 10-2-2002

ABSTRACT

The combination of Aluminium sulphate (3500 ppm) and phosphate starch (500 ppm) is effective as flocculant and coagulant of wastewater treatment at CMTF 7F-83, Minas SBU. Flocculant and coagulant ability on this particular condition were able to decrease wastewater turbidity up to 99.96% (from 9200 NTU to 4 NTU), TSS up to 88.24% (1700 mg/l to 200 mg/L), TDS up to 53.52% (from 7100 mg/l to 3300 mg/l) and pH up to 41.69%, from 11,02 into 6.42. The particular flocculant was able to increase floc diameter for about 350-400% (d1 into d5), while the sedimentation velocity is 41.5992-93.5982 cm/s. According to KEPMEN-LH/42/MENLH/10/1996, the final wastewater pH is acceptable for the liquid pollution quality standard. The result of TSS and TDS analysis shows the acceptable value for the liquid pollution standard for industry (KEP-51/MENLH/10/1995).

Keywords: *coagulant, CMTF 7F-83 MINAS, flocculant*

PENDAHULUAN

Eksplorasi sebagai usaha mencari cadangan minyak bumi juga menghasilkan buangan pengeboran berupa limbah cair. Limbah cair tersebut bercampur lumpur yang menyebabkan tingkat keke-ruhan air buangan semakin tinggi.

Hasil analisis limbah cair pada *Central Mud Treatment Facility* (CMTF 7F-83), salah satu unit pe-

nampungan limbah PT CPI Minas SBU pada tanggal 14 Desember 1999 mengandung *total dissolved solid* (TDS) sebesar 1540 mg/l dan *total suspended solid* (TSS) 9744 mg/l (CPI 1999). Limbah ini dimasukkan ke dalam kolam pengendapan untuk mengendapkan partikel padat tersuspensi. Pengolahan air buangan dilakukan agar memenuhi baku mutu limbah cair menurut Kepmen-LH no. 42/MEN/LH/10/1996 dan baku mutu limbah cair

* Penulis untuk korespondensi. Telp: 0761-26603. Email: alinggawati@yahoo.com

bagi kegiatan industri menurut Kep-51/MENLH/10/1995.

Diameter pengotor di dalam limbah bervariasi antara beberapa mikron angstrom sampai beberapa angstrom. Sebahagian besar dari pengotor ini dapat dihilangkan dengan pengendapan. Partikel-partikel yang berdiameter sangat kecil memerlukan waktu lama untuk mengendap karena partikel-partikel ini harus lebih dahulu menggumpal menjadi partikel yang lebih besar agar mudah mengendap. Kotoran yang terkandung di dalam air merupakan sol hidrofob, dapat dikoaagulasi dengan elektrolit. Sol hidrofob mempunyai sifat listrik, dengan penambahan ion-ion yang mempunyai muatan berlawanan akan menimbulkan destabilisasi partikel koloid. Lapisan difusi akan mengecil dan memungkinkan bekerjanya gaya tarik menarik antara partikel koloid dengan ion-ion dari elektrolit yang muatannya berlawanan. Diharapkan muatan ini dapat dinetralkan, sehingga terjadi penggumpalan dan akhirnya mengendap.

Flokulan merupakan suatu bahan yang dibutuhkan untuk mendekatkan jarak antar partikel agar membentuk agregat yang cukup besar (flok) sehingga mengendap lebih cepat. Kecepatan pengendapan biasanya diperbesar dengan alu-

minium sulfat. Menurut Linggawati & Muhdarina (2001) pati sagu yang difosfatasi dengan garam disodium fosfat dapat berfungsi sebagai flokulan. Pati-fosfat ini mampu memperbesar diameter flok air sungai Siak ke tingkat d₃ (diameter 0,75 mm-1,00 mm), menurunkan turbiditas 16,7% dan meningkatkan pH air dari 5,5 menjadi 6,68.

Pada penelitian ini dilakukan pengolahan air limbah CMTF 7F-83 dengan mempergunakan campuran aluminium sulfat dan pati fosfat pada nisbah 5:1, 5:2, 5:3, 7:1, 7:2, 7:3, 8:1, 8:2, dan 8:3. Selain untuk menguji kemampuan (efektivitas) campuran tersebut mengolah limbah, penelitian ini juga bertujuan untuk memanfaatkan pati-fosfat, sekaligus upaya mengurangi pemakaian aluminium sulfat pada proses awal penjernihan air yang tercemar.

Untuk mengetahui efektivitas aluminium dan pati-fosfat sebagai flokulan dan koagulan, dilakukan analisis air limbah CMTF 7F-83 Minas sebelum dan setelah penambahan kedua bahan tersebut. Parameter yang dianalisis adalah kekeruhan dengan turbidimeter, pH dengan pHmeter, TDS dan TSS secara gravimetri, dan diameter flok dengan *jar test*.

BAHAN DAN METODE

Pengambilan dilakukan tanggal 2 Mei 2001 pukul 14.00 WIB pada *outlet* kolam pengendapan air limbah CMTF 7F-83 PT CPI Minas. Selanjutnya ditentukan pH-nya dengan *pHmeter Cole Parmer Series 5986*.

Beberapa *glass* piala (jar) diisi masing-masing sebanyak 1000 ml sampel. Kemudian ditambahkan aluminium sulfat dan pati fosfat dengan komposisi seperti tercantum pada Tabel 1. Pati-fosfat yang digunakan adalah yang berderajat substitusi 0,2 yaitu hasil sintesis Linggawati & Muhdarina (2001). Campuran diaduk dengan mengatur kecepatan putaran 100 rpm selama 2 menit.

Pembentukan flok, diameter flok dan kecepatan pengendapan diamati pada saat didiamkan selama 2 jam. Sebagai pembanding dilakukan juga perlakuan dengan penambahan aluminium sulfat atau dengan pati-fosfat saja. Selanjutnya dilakukan analisis parameter sampel.

Total padatan terlarut (TDS) ditentukan dengan cara melewatkan 10 ml sampel (air limbah CMTF 7F-83 PT CPI Minas) melalui membran filter dan kemudian ditentukan berat padatan yang terdapat pada filtrat secara gravi-

Tabel 1. Komposisi flokulan dan koagulan.

Aluminium sulfat (ppm)	Pati-fosfat (ppm)
2500	500
2500	1000
2500	1500
3500	500
3500	1000
3500	1500
4000	500
4000	1000
4000	1500

metri. Berat padatan pada filtrat (mg) dibagi dengan volume sampel yang melewati filter (l) menghasilkan konsentrasi total padatan terlarut.

Total padatan tersuspensi (TSS) ditentukan dengan cara mengalirkan sebanyak 1 l sampel melalui membran filter yang mempunyai berat konstan. Padatan yang terkumpul pada membran dikeringkan sampai berat konstan. Berat padatan yang terkumpul pada membran (mg) dibagi dengan volume sampel (l) menghasilkan konsentrasi padatan tersuspensi.

Penentuan viskositas (μ) ini dilakukan dengan viskosimeter Gilmont pada temperatur 28°C. Sejumlah sampel yang akan dianalisis dimasukkan kedalam viskosimeter dan pastikan tidak ada gelembung udara, bola dimasukkan dalam posisi vertikal. Waktu jatuh bola melewati larutan diamati.

Viskositas sampel persamaan

$$\mu = K (\rho_t - \rho) t$$

K= konstanta viskosimeter (0,3)

ρ_t = densitas bola, (gr/ml) = 2,53
untuk *glass*.

ρ = densitas larutan (gr/ml)

t = waktu jatuh bola, (menit)

Penentuan kekeruhan dilakukan dengan turbidimeter HACH P/N 18900-00 S/N 921100006655 CERTIFIED LR.32851, range larutan standar yaitu 1-100 NTU.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 2 memperlihatkan kemampuan flokulasi pati-fosfat berderajat substitusi 0,200 pada berbagai konsentrasi. Pada 5000 ppm pati-fosfat mampu memperbesar diameter flok dari d1 (berkisar 0,30-0,50 mm) ke d3 (berkisar 0,75-1,00 mm), dan menurunkan tingkat kekeruhan sebesar 44,14%, sedangkan pH tidak berubah. Penambahan aluminium sulfat pada konsentrasi yang sama (Tabel 3) mampu memperbesar diameter flok dari d1 ke d5 (berkisar 1,5-2,25 mm), menurunkan kekeruhan sebesar 99,95%,

dan pH air turun sekitar 63,28% (asam). Menurut Gurnham (1955) suatu koagulan dikatakan efektif, apabila mampu mengurangi nilai kekeruhan sebesar 50%. Jadi dapat dikatakan bahwa pati-fosfat kurang efektif sebagai koagulan, namun dapat berfungsi sebagai flokulan, karena telah memperbesar diameter flok sebesar 100% sampai dengan 150%.

Penambahan aluminium sulfat cenderung menurunkan pH larutan, karena menghasilkan ion H^+ setelah bereaksi dengan air. Penambahan pati-fosfat cenderung tidak mempengaruhi pH, karena pati fosfat cenderung berfungsi sebagai jembatan penghubung antar partikel melalui proses adsorpsi tanpa menghasilkan ion H^+ . Jika dilihat dari nilai kekeruhan sampel setelah pengolahan, diperkirakan bahwa partikel penyebab kekeruhan seabadalah Al^{3+} . Dengan demikian peran pati-fosfat yang merupakan polielektrolit anionik relatif kecil, sehingga polielektrolit ini pada

Tabel 2. Uji efektivitas pati-fosfat pada pengolahan air limbah CMTF 7F-83 Minas SBU.

Konsentrasi pati-fosfat (ppm)	pH	Kekeruhan (NTU)	Diameter flok (mm)
0	10,92	11100	d1
1000	10,89	9600	d3
2000	10,90	9550	d3
3000	10,87	9400	d3
4000	10,81	8800	d3
5000	10,92	6200	d3

Tabel 3. Uji efektivitas aluminium sulfat pada pengolahan air limbah CMTF 7F-83 Minas.

Konsentrasi Aluminium sulfat (ppm)	pH	Kekeruhan (NTU)	Diameter flok (mm)
0	10,92	11100	d1
1000	7,93	2500	d3
2000	6,92	83	d3
3000	6,70	45	d4
4000	5,14	11	d4
5000	4,01	5	d5

Tabel 4. Hasil pengolahan air limbah CMTF 7F-83 Minas SBU pada kondisi optimum.

Parameter	Satuan	Sebelum pengolahan	Setelah pengolahan
pH	-	11,02	6,42
Kekeruhan	NTU	9200	4
Diameter flok	mm	d1	d5
TDS	mg/L	7100	3300
TSS	mg/L	1700	200
Viskositas	cp	0,2303	0,1845
Kecepatan pengendapan	cm/dt	V1	V5

V5: 41,5992-93,5982 cm/dt.

sebagian besar bermuatan negatif. Hal ini berarti pada penambahan alu-minium sulfat yang sangat berperan sebagai ion pengkoagulasi konsentrasi yang sama dengan aluminium sulfat, hanya mampu menurunkan nilai kekeruhan sebesar 44,14%.

Kondisi optimum penggunaan aluminium sulfat dan pati-fosfat untuk pengolahan air limbah dicapai pada komposisi 3500 ppm dan 500 ppm, telah mampu menurunkan pH air dari 11,01 menjadi 6,42 (41,69%), kekeruhan dari 9200 NTU menjadi 4 NTU (99,96%), dan meningkatkan diameter flok dari d1 menjadi d5 (berkisar 1,5 mm-2,25 mm). Komposisi ini yang digunakan untuk

mengolah limbah CMTF 7F-83 Minas SBU dan hasilnya tertera pada Tabel 4. Pada kondisi ini juga terjadi penurunan nilai TSS sebesar 88,24%, TDS 53,52%, dan kecepatan pengendapan sekitar 41,5992-93,5982 cm/detik, dan meningkatkan diameter sebesar 350% sampai dengan 400%.

Proses pengolahan ini diawali dengan adsorpsi fisika dan diikuti dengan adsorpsi kimia. Menggumpalnya butir-butir sol atau partikel tersuspensi menjadi dispersi yang lebih kasar (d5) disebabkan adanya tarik menarik antara kotoran-kotoran yang ada dalam air (sol hidrofob) dengan pati-fosfat (polielektrolit) dan aluminium sulfat, sehingga muatan dari sol hidrofob

atau partikel tersuspensi menjadi netral. Partikel-partikel yang terabsorpsi dengan polielektrolit ini akan terikat pada polielektrolit, karena banyaknya partikel koloid yang terlibat akhirnya akan membentuk kompleks-kompleks partikel melalui teori jembatan dalam hal ini polimer bertindak sebagai jembatan. Menurut Khalil & Aly (2001) hasil proses jembatan ini membentuk jaringan tiga dimensi, sehingga diameter flok menjadi lebih besar. Selain itu juga terjadi penjeratan partikel pengotor karena ion Al^{+++} dalam air akan terhidrasi sebagai $Al(H_2O)_6^{3+}$ pada $pH \geq 6$ dan bereaksi dengan gugus fosfat dari pati-fosfat.

Penambahan pati-fosfat atau aluminium sulfat yang berperan dalam mendestabilisasi partikel pengotor tentu saja ada batasnya, terlihat pada Tabel 5. Peningkatan komposisi Aluminium sulfat dan

pati-fosfat tidak menyebabkan kekeruhan semakin kecil. Hal ini terjadi karena batas pengecilan lapisan difusi (penekanan lapisan baur) kemungkinan telah maksimum, potensial Zeta menurun, sehingga gaya tarik menarik antara sol hidrofob (partikel koloid) dengan pati-fosfat dan aluminium sulfat semakin lemah. Menurut Khalil & Aly (2001), flokulasi maksimum terjadi pada saat harga potensial Zeta menuju nol. Faktor lain yang mungkin mempengaruhi adalah adanya partikel-partikel koloid yang terikat erat dengan molekul air (hidrofil).

Peningkatan pH air dari 11,01 menjadi 6,42 pada kondisi ini merupakan bukti telah berperannya polielektrolit anionik, sehingga konsentrasi H^+ dalam air yang meningkat karena penambahan aluminium sulfat (Tabel 3) menjadi ternetralisir.

Tabel 5. Uji efektivitas pati-fosfat pada pengolahan air limbah CMTF 7F-83 Minas SBU.

Konsentrasi Aluminium fosfat (ppm)	Konsentrasi pati-fosfat (ppm)	pH	Kekeruhan (NTU)	Kecepatan pengendapan (cm/detik)	Diameter flok (mm)
0	0	11,01	9200	V1	d1
2500	500	6,71	17	V4	d4
2500	1000	6,62	21	V4	d4
2500	1500	6,61	18	V4	d4
3500	500	6,42	4	V5	d5
3500	1000	6,73	12	V4	d4
3500	1500	6,64	17	V5	d5
4000	500	6,76	32	V5	d5
4000	1000	4,22	10	V5	d5

V4: 18,4885 - 41,5992 cm/dt, V5: 41,5992 - 93,5982 cm/dt.

KESIMPULAN

Pati-fosfat berderajat substitusi 0,2 dapat dimanfaatkan sebagai flokulan limbah CMTF 7F-83. Kombinasi aluminium sulfat dan pati fosfat efektif sebagai flokulan dan koagulan pada pengolahan limbah CMTF 7F-83. Mampu menurunkan nilai kekeruhan air limbah sebesar 99,96%, yaitu dari 9200 NTU menjadi 4 NTU, TSS sebesar 88,24% dari 1700 mg/l menjadi 200 mg/l, TDS sebesar 53,52% yaitu dari 7100 mg/l menjadi 3300 mg/l, dan pH sebesar 41,69% dari 11,02 menjadi 6,42. Mampu memperbesar diameter flok berkisar 350-400%, yaitu dari tingkat d1 ke d5, sedangkan kecepatan pengendapan berkisar 41,5992-93,5982 cm/dt.

Kualitas air yang diolah dengan cara ini sesuai dengan baku mutu limbah cair industri yang ditetapkan menurut KEPMENLH/No.42/MENLH/10/1996 untuk pH, sedangkan padatan tersuspensi (TSS) dan padatan terlarut (TDS)

sesuai dengan baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri berdasarkan KEP-51/MENLH/10/1995.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim peneliti mengucapkan terima kasih kepada Proyek Peningkatan Kualitas Sumber Daya Manusia Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional dan Lembaga Penelitian Universitas Riau yang mendanai penelitian ini. Don Syaflan (mahasiswa tugas akhir) FMIPA UNRI yang membantu pelaksanaan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- CPI.** 1999. *Analysis of Wastewater*. Fourth Quarter/ CALTEX - AKL/ Wastewater. Minas: Minas Laboratory Report.
- Gurnham, F.C.** 1955. *Principles of Industrial Waste Treatment*. New York: John Wiley & Sons.
- Linggawati, A. & Muhdarina.** 2001. Sintesis polielektrolit anionik dari pati sagu. *J. Natur Indonesia* **4**: 69-76.
- Khalil, M.I. & Aly, A.A.** 2001. Preparation and evaluation of some cationic starch derivatives as flocculants. *J Starch/Stärke* **53**: 84-89.

