

**KAJIAN DESAIN PARAMETER PROSES SARANA PENGOLAHAN AIR
BERSIH SKALA KECIL UNTUK INSTITUSI PENDIDIKAN PADA
LINGKAR KAMPUS IPB**

**STUDY OF PARAMETER DESIGN OF SMALL SCALE WATER
TREATMENT INSTALLATION FOR EDUCATIONAL INSTITUTION AT
CAMPUS IPB CIRCLE**

oleh:

Andes Ismayana, dan Dwi Setyaningsih.

Abstract

These researches have obtained to study of parameter process design of small scale water treatment installation as basis for arranging technical guidance of water treatment operational, include coagulation/flocculation, sedimentation and disinfection unit. Research is carried out at laboratory scale with jar test equipment. Stage of the research are raw water characterization, examine of design parameter process and treatment system design.

Characterize of raw water pointed out their turbidity is highly enough about 11-18 NTU (Ciampea river) and 27-45 NTU (water land in Cikaniki river), that caused those raw water are not well for daily utilization. Nevertheless pH value is neutral about 7.08-7.38 and 6.49-6.93 with TSS value are 8-18 and 20-41 mg/l.

Alum utilization as coagulation with dosage 10-60 mg/l showed decreasing of turbidity and TSS reach 1.4-6.9 NTU and 4-7 mg/l for water of Ciampea river, as well as 2.5-17 NTU and 1-7 mg/l for water of canal at Cikaniki river. Floc formation is has become 1-2 minute at slow mixing and sedimentation of almost all floc has become 5 minutes after no mixing. Differentiation of pH 5-8 on dosage 40-50 mg/l not make different of turbidity value about maximum 5 NTU.

PAC utilization as coagulant with dosage 5-30 mg/l for water at Ciampea river showed decreasing of turbidity and TSS reach 2.7-7.4 NTU and 3-4 mg/l as well as for water of canal Cikaniki river. Turbidity and TSS decrease to 1.9-8.5 NTU and 2-9 mg/l. Floc formation has become 1-2 minute at slow mixing and sedimentation of almost all floc has become 5 minute after no mixing. Differentiation of pH 5-8 on dosage 25-30 mg/l not make different of turbidity value about maximum 2.6 NTU.

Desinfection process pointed out that effluent from coagulation/flocculation with alum. Require calcium hypochlorite effectively minimum 1.5-2.0 mg/l as well as with PAC 2.5-3.5 mg/l.

Key words: coagulation, flocculation, sedimentation, disinfection, turbidity

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji parameter proses desain instalasi pengolahan air bersih skala kecil sebagai dasar untuk penyusunan pedoman teknis operasi pengolahan air, meliputi unit-unit koagulasi/flokulasi, sedimentasi, dan desinfeksi. Penelitian dilakukan pada skala laboratorium dengan menggunakan peralatan jar test. Adapun tahapan penelitian yang dilakukan adalah karakterisasi air baku, penentuan nilai parameter proses desain, dan desain sistem pengolahan.

Karakterisasi contoh air sungai Ciampea dan saluran air Sungai Cikaniki menunjukkan tingkat kekeruhan yang cukup tinggi sekitar 11-18 NTU dan 27-45 NTU yang menyebabkan kedua sumber air baku tersebut kurang baik untuk dimanfaatkan untuk kebutuhan sehari-hari. Walaupun demikian nilai pH terdapat sekitar netral (7,08-7,38 dan 6,49-6,93) dengan nilai TSS 8-18 mg/l dan 20-41 mg/l.

Penggunaan tawas dengan dosis 10-60 mg/l sebagai koagulan menunjukkan penurunan nilai kekeruhan dan TSS sampai 1,4-6,9 NTU dan 4-7 mg/l pada contoh air sungai Ciampea, serta 2,5-17 NTU dan 1-7 mg/l untuk contoh air sungai Cikaniki. Adapun pembentukan flok terjadi 1-2 menit saat pengadukan lambat dan pengendapan flok hampir semua terjadi setelah 5 menit setelah tidak ada pengadukan. Perbedaan nilai pH sebesar 5-8 pada dosis 40-50 mg/l tidak menimbulkan perbedaan hasil kekeruhan yaitu maksimal 5 NTU.

Penggunaan PAC dengan dosis 5-30 mg/l sebagai koagulan pada contoh air Ciampea menunjukkan penurunanan nilai kekeruhan dan TSS sampai 2,7-7,4 NTU dan 3-4 mg/l, Sedangkan pembubuhan dosis PAC 10-60 mg/l untuk contoh air sungai Cikaniki, kekeruhan dan TSS menurun sampai 1,9-8,5 NTU dan 2-9 mg/l. Adapun pembentukan flok terjadi 1-2 menit saat pengadukan lambat dan pengendapan flok hampir semua terjadi setelah 5 menit setelah tidak ada pengadukan. Perbedaan nilai pH sebesar 5-8 pada dosis 25-30 mg/l tidak menimbulkan perbedaan hasil kekeruhan yaitu maksimal 2,6 NTU.

Proses desinfeksi menunjukkan bahwa untuk sampel hasil koagulasi-flokulasi (effluen) tawas dosis minimal efektif kaporit yang ditambahkan adalah sebanyak 1,5-2,0 mg/L, sedangkan untuk effluen PAC adalah 2,5-3,5 mg/L.

Kata kunci : Koagulasi, Flokulasi, sedimentasi, Desinfeksi, Kekeruhan

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Ketergantungan kehidupan manusia terhadap air bersih sangat tinggi, karena penggunaannya untuk mempertahankan kondisi kadar air di dalam tubuh. Pemenuhan kebutuhan masyarakat terhadap air bersih umumnya dilakukan dengan mengambil air secara langsung dari lingkungan seperti air tanah ataupun air sungai, dan juga pasokan air dari PDAM setempat. Seiring dengan pertumbuhan masyarakat, kebutuhan air bersih semakin meningkat namun tidak diimbangi dengan pengembangan sarana pengolahan air bersih yang ada. Keadaan ini diperburuk dengan kondisi sumber air yang menunjukkan penurunan kualitas, sebagai akibat adanya pencemaran air.

Akibat keterbatasan kemampuan teknis dan ekonominya, sebagian masyarakat menggunakan air yang tercemar tersebut untuk keperluan sehari-hari (mandi, mencuci, atau bahkan untuk memasak atau dikonsumsi). Praktek seperti ini dapat menyebabkan tingginya resiko gangguan kesehatan, seperti penyakit kulit maupun penyakit menular lainnya. Oleh karena itu, untuk meningkatkan ketersediaan sumber air bersih bagi masyarakat diperlukan suatu teknologi tepat guna yang mampu menyediakan air bersih yang dapat dikelola secara mandiri dengan biaya yang terjangkau.

Teknologi tersebut terutama untuk menghilangkan bahan pengotor, dan secara efisien memproduksi air yang jernih, tidak berwarna, tidak berasa, tidak berbau, aman dan menyegarkan, serta dapat memberikan manfaat ekonomis, dan sosial (Suprihatin. 2003). Secara umum teknologi proses pengolahan air menjadi bersih meliputi proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi, filtrasi, dan desinfeksi. Proses koagulasi-flokulasi-sedimentasi ditujukan untuk menghilangkan padatan yang terdapat dalam air, proses filtrasi digunakan untuk menyaring padatan yang lebih kecil, sedangkan proses desinfeksi ditujukan untuk membunuh mikroorganisme yang bersifat patogenik.

Kualitas air baku dan variasinya sangat berpengaruh terhadap kualitas air hasil olahan, oleh karena itu kualitas air baku perlu dan variasinya perlu diketahui secara pasti untuk dapat merancang proses pengolahan air yang efisien. Untuk dapat

mendesain proses/instalasi pengolahan air bersih diperlukan informasi/data tentang Parameter desain agar operasi atau proses dapat memberikan hasil terbaik. Parameter desain tersebut sangat ditentukan oleh karakteristik air baku dan target pengolahan. Target pengolahan pada umumnya adalah agar air yang dihasilkan memenuhi persyaratan kesehatan, sedangkan karakteristik air baku umumnya bervariasi tergantung pada lokasi/daerah. Oleh karena itu, untuk dapat mendapatkan nilai parameter desain tersebut diperlukan penelitian dengan memperhatikan karakteristik air baku yang hendak diolah, sekaligus target pengolahan.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji parameter desain instalasi pengolahan air bersih skala kecil sebagai dasar untuk penyusunan pedoman teknis desain dan operasi, meliputi unit-unit koagulasi/flokulasi, sedimentasi, dan desinfeksi.

BAHAN DAN METODE

Bahan Dan Alat

Contoh air yang diteliti adalah air sungai yang berasal dari sekitar kampus IPB Darmaga yaitu sungai Ciampea dan saluran air sungai Cikaniki yang saat ini banyak digunakan sebagai sumber air bagi pemukiman, khususnya untuk pesantren yang ada di sekitarnya. Adapun bahan lainnya yang diperlukan dalam penelitian ini adalah koagulan (PAC/Poli Aluminium Chloride, Tawas/Aluminium Sulfat), H_2SO_4 , NaOH, dan bahan kimia lainnya untuk keperluan analisis. Alat yang digunakan pada penelitian ini adalah botol sampel, spektrofotometer, AAS, peralatan Jar-test, Turbidimeter, dan alat-alat gelas lainnya yang digunakan untuk keperluan analisis.

Metode Penelitian

Karakterisasi Air Baku

Karakterisasi kualitas air baku ini dilakukan dengan cara menganalisis di laboratorium meliputi parameter fisik dan kimia meliputi pH, kekeruhan dan padatan tersuspensi total (TSS). Sampel air baku diambil pada saat kondisi normal (tidak hujan) dan analisis sampel dilakukan sesuai dengan metode baku (Alaerts dan Santika, 1984).

Penentuan Nilai Parameter Desain

Penentuan kondisi proses koagulasi/flokulasi optimum dilakukan dengan menggunakan peralatan Jar test yang dilakukan pada skala laboratorium. Adapun bahan koagulan yang dijadikan bahan penelitian adalah alum (tawas) dan PAC. Efektivitas proses koagulasi dan flokulasi ditentukan dengan melalui variasi pH dan dosis koagulan yang diberikan kepada contoh air. Pengamatan terhadap proses ini juga meliputi waktu pembentukan flok terjadi. Desain proses sedimentasi dilakukan dengan memperhatikan proses sedimentasi yang tepat dan mengamati lama waktu sedimentasi.

Desain proses desinfeksi dilakukan pada skala laboratorium dengan menggunakan bahan kimia kalsium hipoklorit (kaporit) sebagai bahan desinfektan. Pemberian klor pada contoh air dilakukan dengan menentukan terlebih dahulu diagram BPC (Broke Point Chlorination) dengan mengamati jumlah residu yang tertinggal pada contoh air. Optimasi proses desinfeksi dilakukan dengan memperhatikan dosis minimum yang digunakan agar efektif digunakan sebagai desinfektan

Analisis Data

Data yang diperoleh baik pada proses koagulasi-flokulasi, sedimentasi, dan desinfeksi dianalisis dengan menggunakan pendekatan tabel dan grafik optimasi dalam menentukan kondisi terbaik masing-masing proses.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Air Baku

Secara visual kondisi kedua sumber air baku, yaitu sungai Ciampea dan saluran air sungai Cikaniki memiliki warna agak kecoklatan yang disebabkan adanya padatan yang terdapat didalamnya. Hasil karakterisasi awal air baku dari kedua sumber tersebut diperlihatkan pada tabel berikut.

Hasil pengamatan menunjukkan nilai pH kedua air baku tersebut masih dalam kisaran normal, namun nilai kekeruhannya agak tinggi dibandingkan dengan persyaratan untuk air bersih (maksimum 5-10 NTU). Tingginya nilai kekeruhan ini

diakibatkan oleh adanya padatan tersuspensi yang bersifat koloid, dimana terlihat pada pengamatan semakin tinggi padatan tersuspensi yang terukur maka nilai kekeruhannya akan semakin tinggi.

Tabel 1. Hasil karakterisasi air baku

Parameter	Satuan	Kisaran Nilai	
		Sungai Ciampea	Saluran air S. Cikaniki
pH	-	7.08-7.38	6.49-6.93
Kekeruhan	NTU	11-18	27-45
TSS	mg/L	8-18	20-41

Penentuan Nilai parameter Desain

Proses Koagulasi-Flokulasi dan sedimentasi

Penentuan nilai parameter desain meliputi penentuan dosis koagulan, dan penentuan pH optimum koagulasi-flokulasi. Proses koagulasi-flokulasi dilakukan untuk menurunkan kadar kekeruhan yang disebabkan oleh zat-zat tersuspensi yang berada dalam air dengan menambahkan bahan kimia tertentu (koagulan). Koagulan yang digunakan pada penelitian ini adalah tawas (aluminium sulfat) dan Poli Aluminium Chloride (PAC).

Koagulan Tawas

Pemberian tawas dengan dosis sebesar 10-60 mg/l menunjukkan penurunan nilai kekeruhan yang cukup signifikan sampai 1,4 dan 1,7 NTU pada kedua contoh air. Penurunan tingkat kekeruhan secara tidak langsung meningkatkan kegunaan air sungai tersebut. Penurunan juga sangat mempengaruhi nilai TSS (padatan tersuspensi) sampai dibawah 7 mg/l. Hal ini dapat dimungkinkan karena sebagian padatan tersuspensi merupakan partikel koloid penyebab kekeruhan. Pencapaian dosis tawas pada contoh air Cikaniki lebih rendah (40 mg/l) dibandingkan dengan contoh air Ciampea (50 mg/l) untuk mencapai nilai kekeruhan yang minimum. Hal ini sangat dipengaruhi oleh lebih besarnya nilai padatan tersuspensi awal yang terdapat pada contoh air Cikaniki, sehingga reaksi penggabungan dengan tawas yang ditambahkan akan semakin banyak.

Tabel 2. Pengamatan pemberian koagulan tawas pada contoh air sungai Ciampea

Dosis Tawas (mg/L)	10	20	30	40	50	60
pH akhir	6.91	6.78	6.60	6.43	6.24	6.01
Kekeruhan akhir (NTU)	6.9	3.4	2.1	3.9	1.4	2.0
TSS akhir (mg/L)	4	4	5	7	6	7
Pembentukan flok (Pengamatan waktu-menit)	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2	1-2
Sedimentasi (Pengamatan waktu-menit)	5	5	5	5	5	5

(kekeruhan awal 16 NTU; TSS awal 14 mg/l; pH awal 7.12)

Tabel 3. Pengamatan pemberian koagulan tawas pada contoh air saluran air sungai Cikaniki

Dosis alum (mg/L)	10	20	30	40	50	60
pH akhir	6.58	6.51	6.28	6.14	5.82	5.54
Kekeruhan akhir (NTU)	17	7.7	4.5	1.7	2.5	2.6
TSS akhir (mg/L)	7	6	2	1	1	2
Pembentukan flok (Pengamatan waktu-menit)	1	1	1	1	1	1
Sedimentasi (Pengamatan waktu-menit)	5	5	5	5	5	5

(kekeruhan awal 45 NTU; TSS awal 41 mg/l; pH awal 6.49)

Pada Tabel 2 dan 3 terlihat pembentukan flok terjadi cukup cepat, yaitu setelah 1-2 menit berlangsung pengadukkan lambat, sedangkan proses sedimentasi terjadi hampir keseluruhannya pada menit ke 5 setelah proses sedimentasi berlangsung. Pengaruh jumlah padatan tersuspensi awal yang lebih tinggi menjadi proses pembentukan flok pada proses tawas contoh air Cikaniki rata-rata sedikit lebih cepat dibandingkan proses tawas contoh air Ciampea.

Pengaruh pH pada proses tawas

Pengamatan terhadap perlakuan perbedaan nilai pH awal pada proses tawas menunjukkan nilai kekeruhan yang tidak berbeda secara signifikan. Kondisi ini memperlihatkan bahwa pada nilai pH sekitar 5 sampai 8 proses tawas masih dapat berlangsung dengan baik. Tabel 4 menunjukkan pengaruh perbedaan pH pada proses

tawas.

Tabel 4. pengaruh pH pada proses tawas contoh air sungai

Parameter	Ciampea				Cikaniki		
	4.98	5.95	7.28	8.05	5.68	6.66	7.51
pH akhir	4.31	4.59	5.97	6.20	4.56	6.22	6.24
Kekeruhan akhir (NTU)	5.0	2.4	2.2	2.0	2.1	1.2	1.4
TSS akhir (mg/L)	3	2	3	2	1	2	0
Pembentukan flok (Pengamatan waktu-menit)	1	1	1	1	1	1	1
Sedimentasi (Pengamatan waktu-menit)	5	5	5	5	2.5-5	5-10	5-10
Kekeruhan awal (NTU)	12				45		
Dosis tawas (mg/l)	50				40		

Koagulan PAC

Pemberian koagulan PAC sebanyak 5-30 mg/l pada contoh air sungai Ciampea dan 10-60 mg/l pada contoh air Cikaniki dapat menurunkan nilai kekeruhan secara signifikan, sehingga secara visual terlihat air semakin jernih. Adanya koagulan PAC ini akan langsung mengikat partikel-partikel koloid yang terdapat pada air tersebut. Pencapaian dosis PAC pada contoh air Ciampea (20-25 mg/l) yang lebih rendah dibandingkan dengan contoh air Cikaniki (30-40 mg/l) untuk mendapatkan nilai kekeruhan yang terendah, menunjukkan jumlah partikel koloid yang terdapat pada contoh air Ciampea lebih sedikit. Kondisi ini dapat diperlihatkan pada nilai kekeruhan awal contoh air ciampea lebih rendah yaitu 11 NTU, dibandingkan dengan nilai kekeruhan Cikaniki yaitu 36 NTU. Rendahnya jumlah partikel koloid ini juga ditunjukkan selama proses pembentukan flok, dimana pengamatan pembentukan flok memerlukan waktu yang lebih lama (2 menit)

Pada Tabel 5 dan 6 juga terlihat pemberian dosis koagulan PAC yang melebihi dosis optimumnya justru akan meningkat tingkat kekeruhannya. Hal ini dapat dikarenakan penambahan koagulan yang berlebih justru akan menjadikan partikel koloid menjadi stabil kembali dan butiran koagulan akan menambah jumlah padatan dalam air.

Pengamatan terhadap proses sedimentasi flok yang terbentuk pada proses PAC hampir sama dengan proses tawas sebelumnya, yaitu sekitar 5 menit. Pada penambahan koagulan PAC yang berlebih pada contoh air Cikaniki terlihat proses sedimentasi agak lama waktunya, yaitu sekitar 6 menit. Kondisi ini dimungkinkan

oleh adanya partikel-partikel yang tidak membentuk flok maupun kelebihan padatan PAC didalamnya.

Tabel 5. Proses koagulasi PAC pada contoh air sungai Ciampea

Dosis PAC (mg/L)	5	10	15	20	25	30
pH akhir	6.92	6.68	6.62	6.41	6.50	6.31
Kekeruhan akhir (NTU)	7.4	3.4	3.0	2.8	2.7	2.9
TSS akhir (mg/L)	3	3	4	4	4	4
Pembentukan Flok (Pengamatan waktu- menit)	2	2	2	2	2	2
Sedimentasi (Pengamatan waktu- menit)	5	5	5	5	5	5

(Kekeruhan awal 11 NTU; TSS awal 9 mg/l; pH awal 7.21)

Tabel 6. Proses koagulasi PAC saluran air S. Cikaniki

Dosis PAC (mg/L)	10	20	30	40	50	60
pH akhir	6.60	6.15	6.15	5.74	5.43	5.01
Kekeruhan akhir (NTU)	5.3	2.6	1.9	2.0	8.5	12.0
TSS akhir	4	2	2	6	7	9
Pembentukan flok (Pengamatan waktu-menit)	1	1	1	1	1	1
Sedimentasi (Pengamatan waktu-menit)	5	5	5	5	6	6

(Kekeruhan awal 36 NTU; TSS awal 31 mg/l ; pH awal 6.73)

Pengaruh pH pada proses PAC

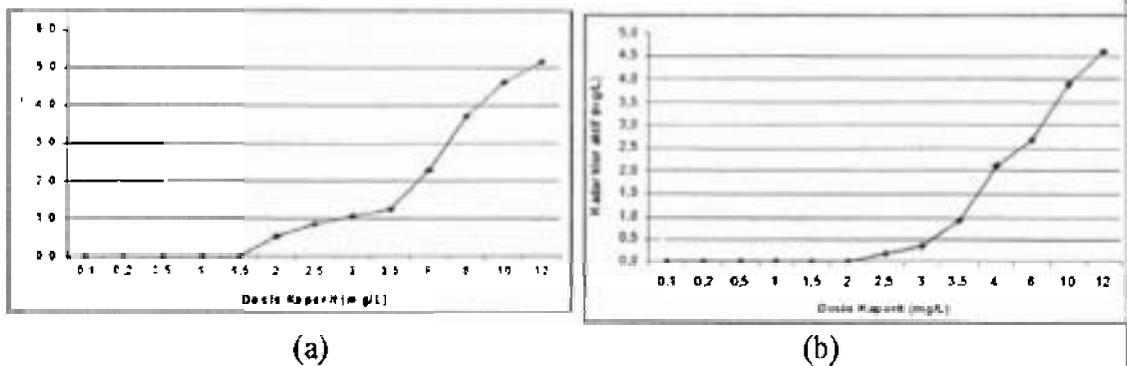
Perlakuan perbedaan pH pada proses koagulasi PAC baik untuk contoh air Ciampea dan Cikaniki ternyata tidak memberikan hasil penurunan tingkat kekeruhan yang berbeda nyata. Perlakuan pH sekitar 5 dsampai dengan 8 masih merupakan kondisi proses yang cukup optimal untuk pengolahan air dengan koagulan PAC. Sama seperti pada proses tawas, penggunaan PAC sebagai koagulan akan dapat menurunkan nilai pH pada akhir proses, sehingga pencapaian pH Akhir sekitar netral sangat diinginkan.

Tabel 7. pengaruh pH pada proses PAC contoh air sungai

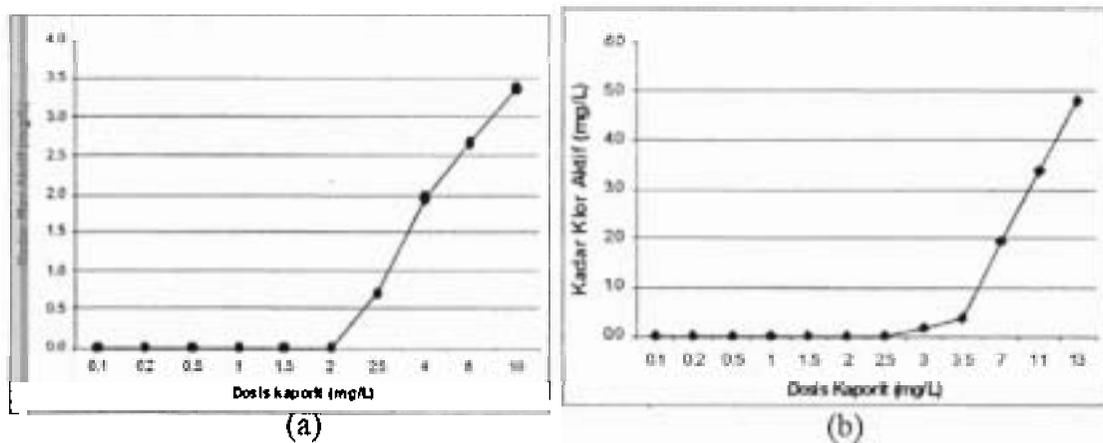
Parameter	Ciampea				Cikaniki			
	pH awal	4.97	5.94	7.34	7.97	4.91	5.88	6.92
pH akhir	4.42	5.72	6.36	6.53	4.23	4.55	6.01	6.40
Kekeruhan akhir (NTU)	1.50	1.50	1.30	1.40	0.85	2.60	0.50	0.75
TSS akhir (mg/L)	1	1	1	3	0	2	0	3
Pembentukan flok (Pengamatan waktu-menit)	1	1	1	1	1-3	1-3	1-3	1-3
Sedimentasi (Pengamatan waktu-menit)	5	5	5	5	5-10	5-10	5-10	5-10
Kekeruhan awal (NTU)	12				29			
Dosis tawas (mg/l)	25				30			

Proses Desinfeksi

Penambahan kaporit sebagai desinfektan harus dilakukan secara tepat agar pencapaian tujuan proses penghilangan bakteri dan mikroorganisme patogenik lainnya dapat tercapai. Pembubuhan senyawa kaporit tanpa meninggalkan residu klor mengakibatkan tidak berlangsungnya proses tersebut. Oleh karena penentuan dosis minimal menjadi penting untuk mencapai proses desinfeksi yang optimal. Pengamatan terhadap proses desinfeksi efluen proses koagulasi tawas dan PAC ditunjukkan pada Gambar 1 dan 2. Pada Gambar tersebut terlihat penggunaan dosis minimum untuk efluen proses koagulasi tawas lebih rendah (1,5-2 mg/l) dibandingkan dengan proses PAC (2,5-3,5 mg/l). Hal ini dapat dimungkinkan oleh kondisi proses koagulasi tawas yang terjadi tidak hanya koloid yang hilang namun juga padatan tersuspensi lainnya yang berreaksi langsung dengan tawas. berkurangnya padatan ini akan mengurangi reaksi kaporit dengan padatan, sebelum digunakan sebagai desinfektan.



Gambar 1. Penambahan senyawa klor pada efluen proses tawas (a) dan PAC (b) pada contoh air Ciampea



Gambar 2. Penambahan senyawa klor pada efluen proses tawas (a) dan PAC (b) pada contoh air Cikaniki

KESIMPULAN

Penggunaan koagulan tawas dan PAC sangat efektif dalam pengolahan air bersih dengan air baku dari sungai dengan tingkat kekeruhan 11-18 dan 27-45 NTU. Penambahan tawas dengan dosis minimal sekitar 20 mg/l dan PAC sekitar 5-10 mg/l dapat menurunkan tingkat kekeruhan sampai batas persyaratan minimum untuk penggunaan sehari-hari (5-10 NTU). Dengan menggunakan dosis yang tepat, pembentukan flok dalam terjadi pada waktu yang tidak terlalu lama. Dengan adanya pembentukan flok ini maka kecepatan pengendapan akan semakin besar.

Pelakukan perbedaan pH pada rentang optimum kinerja koagulan tidak menimbulkan perbedaan hasil tingkat kekeruhan dan TSS baik untuk proses tawas ataupun PAC. Faktor padatan dan senyawa lainnya memungkinkan dosis minimum serwa kalsium hipoklorit untuk proses tawas lebih rendah dari proses PAC

DAFTAR PUSTAKA

- Alaerts, G. dan S.S. Santika. 1984. *Metoda Penelitian Air*. Usaha Nasional, Surabaya.
- Davis, M.L. and Cornwell, D.A. 1991. *Introduction to Environmental Engineering*. 2nd Ed. McGraw-Hill, Inc., New York.
- Fiskin, S. 1997. *High Purity Water*. Handbook of Downstream Processing.
- Herry, T.G. and Heinke, G. W. 1996. *Environmental Science and Engineering*. 2nd Prentice-Hall International, Inc., New Jersey
- Nathanson, J. A. 1997. *Basic Environmental Technology*. 2nd ed. Prentice-Hall International, New Jersey
- Suprihatin. 2001. *Teknologi Pengolahan Air Bersih*. Jurusan Teknologi Pertanian IPB
- Suprihatin. 2003. *Kualitas Air Yang Aman Dan Sehat Untuk Konsumsi Rumah Tangga*. Diskusi Interaktif, Aula RRI Bogor, 7 Juni 2003
- Rott, U. 1989. *Wasseraufbereitung I & II*. Institut fuer Siedlungwasserbau, Wasserguete- und Abfallwirtschaft, Universitaet Stuttgart, Stuttgart
- Tebutt, T.H.Y. 1990. *Prinsip-prinsip Pengendalian Kualitas Air*. *Terjemahan*. ITB, Bandung.

Seminar

HASIL-HASIL PENELITIAN TAHUN 2004-2005

Bogor, 13 Desember 2005

**KAJIAN DESAIN PARAMETER PROSES SARANA PENGOLAHAN
AIR BERSIH SKALA KECIL UNTUK INSTITUSI PENDIDIKAN
PADA LINGKAR KAMPUS IPB**

Oleh :

Andes Ismayana dan Dwi Setyaningsih
Departemen Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian IPB



**LEMBAGA PENELITIAN DAN PEMBERDAYAAN MASYARAKAT
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
2005**



Surat Pendokumentasian Karya Ilmiah
Nomor : 394/13.6.3 /PP/2009

Karya ilmiah/hasil penelitian atau hasil pemikiran yang tidak dipublikasikan, dengan judul :

Kajian Parameter Proses Sarana Pengelolaan Air Bersih Skala Untuk Institusi Pendidikan Pada Lingkungan Kampus IPB. 2005

Penulis : Andes Ismayana, Dwi Setyaningsih

Didokumentasikan di Departemen Teknologi Industri Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.

Ketua

Prof. Dr. Tr. Nastiti Siswi Indrasti
NIP. 131841749