

## OPTIMASI TAWAS DAN KAPUR UNTUK KOAGULASI AIR KERUH DENGAN PENANDA I-131

SUGILI PUTRA, SURYO RANTJONO, TRISNADI ARIFANSYAH

*Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir – BATAN*

### *Abstrak*

**OPTIMASI JUMLAH TAWAS DAN KAPUR UNTUK KOAGULASI AIR KERUH DENGAN PENANDA I-131.** Telah dilakukan optimasi jumlah tawas dan kapur untuk koagulasi air keruh dengan penanda I-131. Sampel air keruh yang digunakan adalah air Selokan Mataram. Selain optimasi pada air selokan juga dilakukan penentuan jumlah tawas dan kapur optimum pada berbagai konsentrasi pengeruh, waktu reaksi, dan kecepatan pengadukan. Berdasarkan hasil analisis diperoleh jumlah optimum tawas dan kapur masing-masing sebesar 41,817 ppm dan 0,0213 gram untuk mengendapkan 300 mL air keruh dengan konsentrasi pengeruh 1800 ppm. Waktu reaksi adalah 5 menit. Kecepatan pengadukan optimum diperoleh pada kecepatan 4 rpd. Sedangkan untuk variasi konsentrasi didapat persamaan tawas :  $y = 0,0006 (\text{pengeruh}) + 39,2105$  dan kapur :  $y = 1E-06 (\text{pengeruh}) + 0,017$ .

*Kata Kunci : Air keruh, optimasi, tawas, kapur, penanda I-131*

### *Abstract*

**OPTIMIZING OF ALUM AND LIME IN WATER TURBID COAGULATION BY USING LABELING I-131.** Optimizing of alum and lime in water turbid coagulation by using labeling I-131 has been done. Turbid water that used is Selokan Mataram water. Beside water optimization, also was done to determine of optimum alum and lime amount in various of colloid concentration, reaction time, and speed of agitation. Based on analysis results were obtained optimum amount of alum and lime each 41.817 ppm and 0.0213 gram for precipitated of 300 ml turbid water with colloid concentration is 1800 ppm. Reaction time is 5 minutes. Optimum speed of agitation was obtained in 4 rpd. While for variation of concentration were obtained alum equation is  $y = 0.0006 (\text{turbid}) + 39.2105$  and lime equation is  $y = 1E-06 (\text{turbid}) + 0.017$ .

*Keywords : Turbid water, optimizing, alum, lime, labelling I-131*

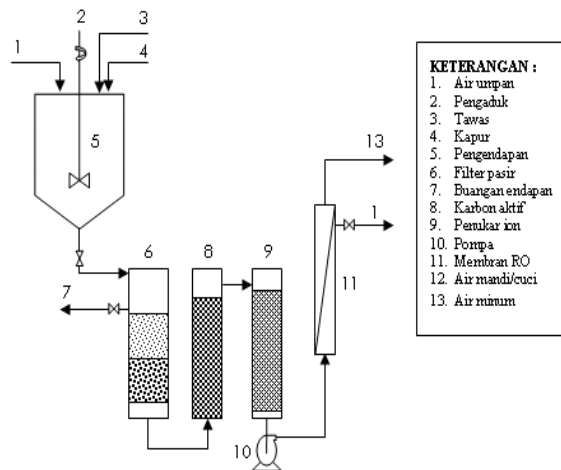
### **PENDAHULUAN**

Pada daerah bencana, terutama bencana banjir ketersediaan air bersih untuk minum sangat kurang, padahal di tempat tersebut air sangat berlimpah, sehingga dibutuhkan suatu unit pengolah air kotor yang dapat memproses air banjir tersebut menjadi air bersih yang siap dikonsumsi. Penelitian ini adalah salah satu tahapan proses dari rencana pembuatan alat pengolahan air yang dapat/mudah dipindahkan. Tahapan-tahapan proses yang ada pada unit pengolahan air yaitu koagulasi, penyaringan pasir, pertukaran ion, dan Reverse Osmosis, sebagaimana tampak pada Gambar 1.

Proses pengendapan berkaitan dengan proses koagulasi dan flokulasi. Koagulasi adalah peristiwa pembentukan atau penggumpalan partikel-partikel kecil menggunakan zat koagulan. Flokulasi adalah peristiwa penggumpalan partikel-partikel kecil hasil koagulasi menjadi flok yang lebih besar sehingga cepat mengendap. Tawas dan kapur merupakan zat koagulan dan flokulan yang telah banyak digunakan dalam proses koagulasi.

Optimasi adalah usaha untuk menyempurnakan suatu proses dengan menggunakan bahan seminimal mungkin, sehingga akan diperoleh hasil proses yang

sebaik-baiknya. Untuk memperoleh hasil optimum proses koagulasi pada penelitian ini maka digunakan metode Penandaan yaitu menggunakan radioisotop Iodine-131. Iodine-131 akan menyatu dengan bahan pengeruh dalam air sehingga dapat ikut terendapkan bersama bahan pengeruh.



Gambar 1. Skema alat pengolahan air yang mudah dipindahkan

Indikator penggunaan jumlah koagulan optimum menggunakan teknik penandaan radioaktif, yaitu menggunakan radioisotop I-131. Penggunaan I-131 didasarkan pada sifat tanah liat yang dapat mengadsorpsi zat terlarut di dalam air. Pengeruh di air lingkungan tersusun dari partikel tanah liat yang berasal dari sumber air dan struktur tanah pada daerah aliran sungai yang melewati tanah lempung. Tanah liat (kaolin) yang terdapat di dalam air dapat mengadsorpsi I-131 yang ditambahkan, sehingga pengeruh menjadi aktif. Apabila pengeruh diendapkan dan dapat tersaring, maka aktivitas filtrat yang tersaring akan semakin kecil, yaitu merupakan aktifitas I-131 yang tidak teradsorpsi oleh tanah liat dan tidak terendapkan.

## METODE PENELITIAN

### Bahan

Bahan penelitian yang digunakan adalah : sampel air (dalam penelitian ini menggunakan air Selokan Mataram yang diambil pada tanggal 9 Juni 2009), tawas, kapur, aquadest, dan penanda I-131.

### Alat

Peralatan yang digunakan adalah: *magnetic stirrer*, neraca analitik, lampu pemanas, eppendorf, pipet volume, bulp pipet, planset, gelas beker, gelas arloji, kertas saring, centrifuge, stopwotch, sendok sungs, alat pencacah radiasi dengan detektor GM, dan penampung limbah radioaktif.

### Langkah Kerja

#### Persiapan umpan variasi konsentrasi

Tanah liat digerus hingga halus dan diayak dengan ayakan berukuran 200 mesh. Yanah liat lolos ayakan dilarutkan dengan aquadest kemudian disaring dengan kertas saring dengan bantuan pompa vakum. Filtrat yang lolos kertas saring diukur konsentrasi pengeruhnya dengan metode gravimetri.

#### Pengukuran konsentrasi pengeruh

*Cuvet centrifuge* dikeringkan dan ditimbang. Bahan yang akan diukur (air keruh dan larutan tanah liat lolos saring) diambil sebanyak 10 ml dan dimasukkan ke dalam *cuvet centrifuge*. *Cuvet* dimasukkan ke dalam centrifuge kemudian dihidupkan (diputar) selama 20 menit dengan kecepatan 6,5 skala pada *centrifuge*. Beningan diambil dan diganti dengan aquadest, kemudian dimasukkan lagi ke dalam *centrifuge* dan dihidupkan selama 20 menit dengan kecepatan 6,5 skala pada *centrifuge*. Proses pencucian ini diulangi hingga 3 kali. Setelah itu, beningan diambil, *cuvet* dan endapan dikeringkan hingga kering. Konsentrasi bahan pengeruh dihitung dengan persamaan sebagai berikut :

#### KONSENTRASI

$$= \frac{\text{jumlah}}{\text{jumlah}}$$

#### Pencacahan *sample*

Alat cacah dihidupkan. Tegangan diatur pada 900 kV dan waktu 60 detik. Cacah latar diukur. Cuplikan diletakkan di bawah detektor pada jarak 2 cm dari permukaan detektor, kemudian dilakukan pencacahan selama 60 detik dan diulangi sebanyak 3 kali.

### Optimasi jumlah tawas dan kapur untuk air selokan mataram

Umpan sebanyak 300 ml dimasukkan ke dalam beker gelas yang dilengkapi alat pengaduk. *Magnetic Stirrer* dihidupkan dengan kecepatan 4 rpd. Penanda I-131 ditambahkan dengan aktivitas tertentu. Cuplikan diambil dari beker sebanyak 1 ml dimasukkan ke dalam planset. Planset kemudian dikeringkan menggunakan lampu pemanas. Setelah kering dicacah menggunakan detektor GM ( $C_0$ ).

Larutan tawas 10 ppm sebanyak 1 ml dimasukkan ke dalam beker gelas, ditunggu 3 menit kemudian dilakukan pencuplikan dan penyaringan. Hasil penyaringan diambil 1 ml, masukkan dalam planset, dikeringkan, dan dilakukan pencacahan ( $C_1$ ).

Kapur sebanyak 0,005 gr dimasukkan kedalam beker gelas, ditunggu 3 menit kemudian dilakukan pencuplikan dan penyaringan. Filtrat 1 ml dimasukkan ke dalam planset, dikeringkan, dan dilakukan pencacahan ( $C_2$ ). Tawas dan kapur ditambahkan secara bergantian sehingga didapat hasil pencacahan yang relatif tetap ( $C_n$ ).

#### Penentuan waktu reaksi

Sampel sebanyak 300 ml dimasukkan ke dalam beker gelas yang dilengkapi *stirbar*. *Magnetic Stirrer* dihidupkan dengan kecepatan 3 rpd. Penanda I-131 ditambahkan dengan aktivitas tertentu. Cuplikan diambil dari beker sebanyak 1 ml dimasukkan ke dalam planset, kemudian dikeringkan, dan dilakukan pencacahan ( $C_0$ ). Ditambahkan tawas dan kapur dengan dosis optimum, dan waktu dimulai. Pada selang waktu tertentu diambil cuplikan, disaring. Filtrat diambil 1 ml dimasukkan dalam planset, kemudian dikeringkan, dan dilakukan pencacahan ( $C_1$ ). Pekerjaan diulangi sampai didapat hasil cacah yang relatif sama (10 menit).

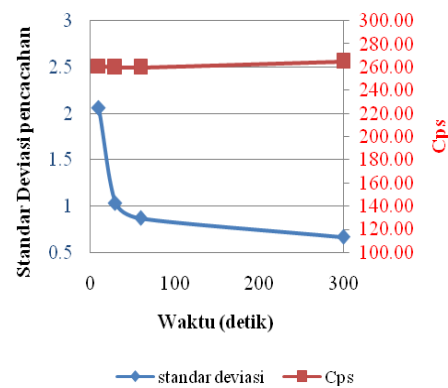
#### Mempelajari Pengaruh Kecepatan Pengadukan

Sampel sebanyak 300 ml dimasukkan ke dalam beker gelas yang dilengkapi *stirbar*. *Magnetic Stirrer* dihidupkan dengan kecepatan 3 rpd. Penanda I-131 ditambahkan dengan aktivitas tertentu. Cuplikan diambil dari beker

sebanyak 1 ml dimasukkan ke dalam planset, dikeringkan, dan dilakukan pencacahan ( $C_0$ ). Tawas dan kapur ditambahkan pada dosis optimum, dan waktu dimulai. Pada selang waktu tertentu diambil cuplikan dan disaring. Filtrat diambil 1 ml dan dimasukkan ke dalam planset, dikeringkan, dan dilakukan pencacahan ( $C_1$ ). Pekerjaan ini diulangi untuk kecepatan pengadukan 4, 5, 6, dan 7 rpd.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

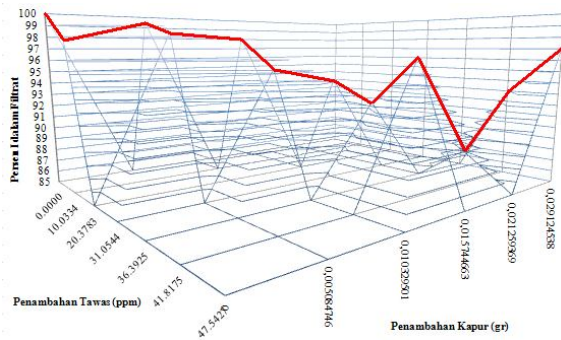
Penentuan waktu pencacahan minimum dilakukan dengan metode grafis, hasil dari pencacahan dengan sumber I-131 dengan waktu yang berbeda didapatkan hasil seperti tampak pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik penentuan waktu pencacahan minimum

Gambar 2 memperlihatkan bahwa dalam waktu yang berbeda hasil cacah per waktunya memiliki nilai yang relatif sama, sedangkan nilai standar deviasinya semakin lama semakin berkurang. Pada garis standar deviasi terjadi penurunan yang signifikan antara waktu 0 sampai 50 detik, sedangkan pencacahan diatas 50 detik penurunan tidak signifikan, sehingga pada penelitian ini pencacahan dilakukan selama 60 detik.

Penelitian optimasi menggunakan penanda I-131 dilakukan untuk mengetahui kesempurnaan proses pada koagulasi air Selokan Mataram. Hasil proses koagulasi dengan metode penanda diperoleh grafik seperti tampak pada Gambar 3.



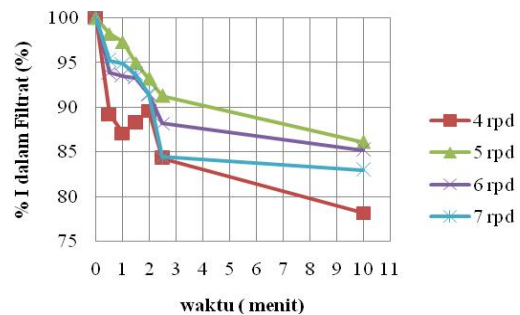
Gambar 3. Grafik Optimasi penambahan tawas dan kapur air Selokan Mataram

Gambar 3 dapat dilihat bahwa dengan penambahan tawas dan kapur, % I dalam filtrat semakin menurun. Penurunan % I dalam filtrat dikarenakan koloid atau pengeruh yang sudah diberi tanda yang sebelumnya lolos saring setelah ditambah dengan koagulan akan terjadi agregat/ ukuran yang lebih besar sehingga zat pengeruh tersebut menjadi tersaring. Pengurangan zat pengeruh yang tertahan pada kertas saring mengakibatkan I-131 dalam filtrat berkurang, yang berarti juga zat pengeruhnya juga berkurang. Akan tetapi setelah terjadi kondisi optimum, persen % I dalam filtrat kembali naik, hal ini disebabkan oleh :

1. Pada saat penambahan tawas yang berlebihan, maka ion  $H^+$  yang terbentuk juga semakin banyak pula, yang artinya pH menjadi turun sehingga mengganggu kestabilan flok yang telah terbentuk. Flok tersebut kembali pecah menjadi flok yang lolos saring. Pada  $pH < 7$  terbentuk  $Al(OH)^{2+}$ ,  $Al(OH)_2^{4+}$ ,  $Al_2(OH)_2^{4+}$ . Dengan adanya ion positif yang banyak, akan lebih banyak mendestabilisasi muatan negatif zat pengeruh, akan tetapi tidak stabil.
2. Pada penambahan kapur yang berlebihan juga terdapat kenaikan % I dalam filtrat. Ini dikarenakan kapur menyebabkan pH larutan naik (lebih dari 7) sehingga kestabilan flok terganggu. Ini dikarenakan Pada pH lebih besar dari 7,8 ion aluminat  $[Al(H_2O)_2(OH)_4]^-$  atau hanya  $Al(OH)_4^-$  yang terbentuk yang bermuatan negatif dan larut dalam air, sehingga tidak dapat membentuk agregat flok yang lebih besar.

Hasil dari penelitian didapat jumlah dosis optimum untuk pengendapan air Selokan Mataram yang diambil pada 9 Juni 2009 dengan konsentrasi pengeruh 1800 ppm dan volume air 300 ml adalah tawas sebanyak 41,82 ppm dan kapur 70,87 ppm.

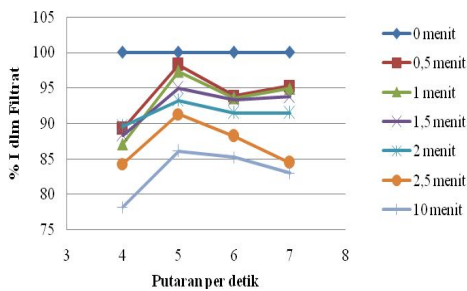
Pada penentuan waktu reaksi juga dilakukan variasi kecepatan pengadukan. Diharapkan dengan kecepatan pengadukan yang lebih cepat, waktu reaksi yang dibutuhkan juga semakin pendek. Penelitian waktu reaksi di atas dilakukan pada kecepatan 4 rpd, 5 rpd, 6 rpd, dan 7 rpd. Hasil dari penelitian didapat grafik seperti terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik hubungan waktu dengan % I dalam filtrat

Pada penelitian waktu reaksi dapat dilihat bahwa semakin lama waktu reaksi air keruh dengan koagulan, % I dalam filtrat semakin sedikit. Hal ini berarti bahwa semakin lama waktu reaksi maka reaksi yang terjadi semakin sempurna. Dengan waktu yang lebih lama maka kesempatan partikel partikel untuk bertumbukan dan bereaksi semakin banyak, sehingga makin banyak zat pengeruh yang terendapkan. Gambar 4 menunjukkan bahwa waktu reaksi dapat dilakukan selama 5 menit, dikarenakan setelah menit ke 2 sampai menit ke 10 sudah tidak terjadi penurunan yang signifikan, meskipun % I-131 dalam filtrat masih menurun. Apabila waktu reaksi dilakukan di bawah menit ke 2 maka reaksi belum sempurna, sementara apabila waktu reaksi dilakukan diatas 5 menit maka terlalu lama.

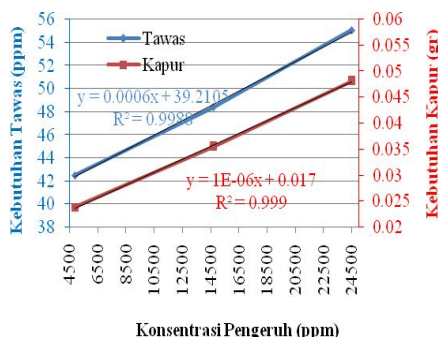
Penentuan kecepatan reaksi dilakukan pada kecepatan 4 rpd, 5 rpd, 6 rpd, dan 7 rpd. Hasil penelitian didapat grafik sebagai mana tampak pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik hubungan kecepatan pengadukan vs % I dalam filtrat

Semakin cepat pengadukan maka daya pengadukan semakin besar dan partikel-partikel yang berinteraksi semakin banyak. Gambar 5 menunjukkan bahwasannya kecepatan pengadukan yang paling baik yaitu pada pengadukan 4 rpd. Pada kecepatan pengadukan ini terjadi koagulasi maupun flokulasi secara bersamaan sehingga ukuran flok yang dihasilkan relatif lebih sempurna dan dapat tertahan oleh kertas saring. Sedangkan kecepatan di atas 4 rpd terjadi fluktuasi % I dalam filtrat ini dikarenakan kecepatan di atas 4 rpd terlalu cepat untuk proses koagulasi, sehingga flok yang terbentuk menjadi pecah (terbentuk flok dengan ukuran kecil). Dengan ukuran flok yang relatif kecil, flok tidak tertahan oleh kertas saring.

Semakin besar konsentrasi pengeruh maka dalam volume yang sama jumlah zat pengeruh yang terdapat di dalamnya semakin banyak. Penelitian variasi konsentrasi dilakukan dengan simulasi menggunakan pengeruh yang dibuat dengan melarutkan tanah liat yang lolos saring. Dari penelitian didapat hasil seperti tampak pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik hubungan konsentrasi pengeruh dengan jumlah optimum tawas dan kapur

Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi pengeruh, maka kebutuhan tawas atau kapur optimum juga semakin banyak. Ini disebabkan oleh jumlah pengeruh yang semakin banyak membutuhkan zat pengikat yang lebih banyak pula. Kebutuhan koagulan optimum dapat dikatakan linier. Kebutuhan tawas dapat dibuat menurut persamaan  $y = 0,0006x + 39,2105$ ; sedangkan kebutuhan kapur adalah  $y = 1E-06x + 0,017$ , dengan  $y =$  jumlah optimum dan  $x =$  konsentrasi pengeruh.

### KESIMPULAN

1. Metoda penanda dengan I-131 dapat digunakan untuk indikator kesempurnaan proses pengendapan (koagulasi).
2. Dosis optimum untuk air keruh yang diambil dari Selokan Mataram yang pada 9 Juni 2009 adalah tawas sejumlah 41,817 ppm dan kapur 0,0213 gr untuk volume 300 ml.
3. Waktu reaksi pengendapan adalah 5 menit dengan kecepatan pengadukan 4 rpd.
4. Jumlah optimum tawas dan kapur untuk variasi konsentrasi menurut persamaan:
  - a. Tawas :  $y = 0,0006 (\text{pengeruh}) + 39,2105$
  - b. Kapur :  $y = 1E-06 (\text{pengeruh}) + 0,017$

### DAFTAR PUSTAKA

1. ABDILLAH, H., 2008, Teknik Optimasi, diambil dari <http://aajaka.multiply.com/journal/item/6>, diakses pada 28 Februari 2009
2. WARDHANA, AW., 2001, Dampak Pencemaran Lingkungan, Edisi revisi, Penerbit Andi Offset, Yogyakarta
3. WARDHANA, AW., 2007, Teknologi Nuklir, Proteksi Radiasi, dan Aplikasinya, Andi Offset, Yogyakarta.
4. BROWN GG., 1987, Unit Operation, John Wiley & Sons, Inc., New York
5. HANUM, F., 2002, Proses Pengolahan Air sungai untuk Keperluan Air Minum, diambil dari [www.usudigitallibrary.co.id](http://www.usudigitallibrary.co.id), diakses pada 31 januari 2009
6. HERMAN, 2006, Pemanfaatan Limbah Aluminium sebagai Koagulan pada Pengolahan Air Proses Industri, diambil dari

- [www.lppm.wima.ac.id/herman.pdf](http://www.lppm.wima.ac.id/herman.pdf), diakses pada 28 Februari 2009
7. KUNDARI, NA., 2007, Kinetika Kimia, Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir – BATAN, Yogyakarta
  8. LINGGAWATI, A., dkk., 2002, Efektifitas Pati-fosfat dan Alumunium Sulfat sebagai Koagulan dan Flokulan, Jurnal Natur Indonesia, Universitas Riau, Riau
  9. ANONIMUS, 2008, Peranan Unsur Kalsium pada Tanaman, diambil dari [www.dinaspertanian.com](http://www.dinaspertanian.com), diakses pada 22 Desember 2008
  10. NOVITA, ELIDE, 2001, Jurnal ILMU DASAR, Vol. 2 No. 1, 2001:61-67, diambil dari [http://www.mipa.unej.ac.id/data/vol2no2/op timasi%20proses.pdf](http://www.mipa.unej.ac.id/data/vol2no2/op%20timasi%20proses.pdf), diakses pada 22 Desember 2008
  11. PP RI No.82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, diambil dari [www.menlh.go.id/i/art/pdf\\_1076022471.pdf](http://www.menlh.go.id/i/art/pdf_1076022471.pdf), diakses pada 27 Juli 2009
  12. SUDIYATI, SUTOTO, 2005, Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pengolahan Limbah VI, PTLR – BATAN, Serpong, diambil dari [http://www.batan.go.id/ptlr/08id/files/u1/snt pl6/08\\_Sudiyati.pdf](http://www.batan.go.id/ptlr/08id/files/u1/snt%20pl6/08_Sudiyati.pdf), diakses pada 28 Februari 2009