

PERBANDINGAN PENGOLAHAN AIR SUNGAI CITARUM, AIR SUPERNATAN PRASEDIMENTASI, AIR EFLUEN GUTERTAP (GUGUS FILTER MULTITAHAP) MENGGUNAKAN KOAGULAN ALUMINUM SULFAT DAN SERBUK BIJI KELOR (*MORINGA OLEIFERA*)

Gede H. Cahyana¹, Heri Heryana², Tri Mulyani³

Universitas Kebangsaan

e-mail: ghcahyana@gmail.com

ABSTRAK

Sudah dilaksanakan penelitian pengolahan air Sungai Citarum menggunakan koagulan aluminum sulfat dan serbuk biji kelor (*Moringa oleifera*) dengan Jar Test. Ada tiga tingkat kekeruhan yang diteliti, yaitu air Citarum berkekeruhan 214 NTU, air Citarum yang diendapkan dua jam berkekeruhan 48,4 NTU, dan air Citarum yang diolah terlebih dahulu dengan Gutertap (Gugus Filter atau Filtrasi Multistage), kekeruhan efluennya 14,7 NTU. Dosis optimum yang diperoleh bervariasi untuk tiga kekeruhan air dan tiga koagulan. Aluminum sulfat dan serbuk biji kelor tanpa lemak mampu menurunkan kekeruhan dengan efisiensi lebih dari 95%. Serbuk biji kelor berlemak perlu dosis yang lebih besar untuk menurunkan kekeruhan dengan efisiensi lebih dari 95%. Tetapi pada air efluen Gutertap yang rendah kekeruhannya, efisiensi ketiga koagulan tidak lebih dari 45%. Diperoleh bahwa makin keruh air, makin besar efisiensi penurunan kekeruhannya, baik dengan koagulan alum sulfat maupun biji kelor berlemak dan tanpa lemak. Serbuk biji kelor mampu memberikan muatan listrik positif (kation) yang menetralkan muatan negatif koloid. Selama pertumbuhan flok, koloid dan suspended solid ikut terperangkap di dalam flok sehingga air menjadi lebih jernih.

Kata kunci : Citarum, kekeruhan, aluminum sulfat, biji kelor

ABSTRACT

Water treatment research for Citarum River has been done using coagulants aluminum sulphate and *Moringa oleifera* seeds powder with Jar Test. Three different turbidities have been tested, e.g. Citarum water with turbidity 214 NTU, supernatant water 48,4 NTU, and effluent of Multistage Filtration (Gutertap) 14,7 NTU. Dose of coagulants are varied for three turbidities and three kind of coagulants. Aluminum sulphate and nonfatty *Moringa* powder could reduce turbidity more than 95%. Fatty *Moringa* powder needs more dose to reduce turbidity for 95%. But in case of low turbidity of Gutertap effluent, efficiency of the three coagulants were less than 45%. Concluded that more turbid the water, the reduction of turbidity will be higher both for aluminum sulphate and *Moringa* powder with and without fat. This happened because of the electrical charge of *Moringa* powder. In the process of flocc growth, colloidal and suspended solid are trapped in floccs so that the water become clearer.

Keywords: Citarum, turbidity, aluminum sulphate, *Moringa seed*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Air baku untuk diolah menjadi air minum, air untuk irigasi, perikanan air tawar, PLTA (Pembangkit Listrik Tenaga Air), wisata air, dan olah raga air di Provinsi Jawa Barat banyak berasal dari Sungai Citarum. Berhulu di Situ Cisanti, di kaki Gunung Wayang, air Citarum mengalir ke Utara dan bermuara di Laut Jawa. Sebagai sumber air baku untuk air minum, kualitas air menjadi penting karena berkaitan dengan biaya pengolahan. Satu di antara parameter kualitas air baku ialah kekeruhan. Rentang kekeruhan air Citarum sangat lebar, mulai dari 100 hingga 1.200 NTU (*Nephelometric Turbidity Unit*). Pada musim hujan bisa mencapai 100.000 NTU.

Air Citarum yang keruh, kotor, tercemar itu menimbulkan keprihatinan pemerintah dan masyarakat. Sudah banyak dibuat program untuk membersihkan Citarum tetapi

hasilnya belum memuaskan. Ada Masyarakat Cinta Citarum (MCC) dan Program Kali Bersih (Prokasih) yang menjadi saksi betapa sulit membersihkan Citarum. Hadir pula Gerakan Cikapundung Bersih (GCB) sebagai sungai yang “bermuara” di Citarum. Berikutnya ialah Gerakan Citarum *Bergeutar* [bersih, *geulis* (Sunda: cantik), lestari] (Cahyana, 2004). Lantas muncul program Cita Citarum (2010). Jejak historis selanjutnya adalah Gerakan Citarum Bestari (2014) yang menumbuhkan tidak kurang dari 120 *Ecovillage*. Pada tahun 2018 dirintis Gerakan Citarum Harum oleh pemerintah pusat.

Dalam pengolahan air sungai, koagulan adalah zat kimia yang harus ada setiap saat. Koagulan inilah yang mampu menjernihkan air sehingga menjadi bagian penting dalam pengolahan air. Tetapi biaya atau harga menjadi kendala dalam penggunaan koagulan sehingga dicoba alternatif zat lain untuk menjernihkan air sungai. Zat ini diharapkan

lebih murah biayanya dan mudah diperoleh dan diterapkan. Fokus penelitian ini adalah upaya pemanfaatan biji kelor untuk mengolah air Citarum, air supernatan unit prasedimentasi, dan air efluen unit Gutertap. Hasilnya dibandingkan dengan pengolahan yang menggunakan koagulan aluminium sulfat.

Rumusan Masalah

Merujuk pada latar belakang tersebut, dilaksanakan penelitian pengolahan air Sungai Citarum dengan varian air hasil prasedimentasi dan air efluen Gutertap. Koagulan yang digunakan adalah aluminium sulfat dan serbuk biji kelor. Rumusan masalah sebagai berikut:

1. Koagulan apakah yang lebih efektif dalam mengolah air Citarum, supernatan prased, dan efluen Gutertap?
2. Berapakah efisiensi pengolahan air Citarum, supernatan prasedimentasi, dan efluen Gutertap menggunakan aluminium sulfat dan serbuk biji kelor?
3. Berapakah dosis optimum koagulan untuk mengolah air Citarum, supernatan prased, dan efluen Gutertap?
4. Apakah air olahan dengan koagulan tersebut memenuhi baku mutu air minum?

Tujuan Penelitian

1. Memperoleh informasi koagulan alternatif yang mampu mengolah air Citarum, supernatan prasedimentasi, dan efluen Gutertap.
2. Mengetahui efisiensi pengolahan air Citarum menggunakan koagulan serbuk biji kelor dan aluminium sulfat.
3. Memperoleh dosis optimum koagulan serbuk biji kelor dan aluminium sulfat dalam mengolah air Citarum, supernatan Prasedimentasi dan efluen Gutertap.
4. Mengetahui kualitas air olahan oleh koagulan biji kelor dan aluminium sulfat.

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di tepi Sungai Citarum, yaitu lokasi Gutertap sebagai sumber air dan analisisnya di laboratorium dengan Imhoff cone dan Jar Test. Alat Gutertap dibangun di Kampung Leuwi Hanja, Desa Bojongsari, Kecamatan Bojongsang, Kabupaten Bandung. Lokasi diperlihatkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Lokasi Gutertap di Kampung Leuwi Hanja, Desa Bojongsari, Kecamatan Bojongsang, Kabupaten Bandung (Sumber: Google Earth, 2017)

TINJAUAN PUSTAKA

Pengolahan air sungai biasanya menggunakan unit proses koagulasi, flokulasi, unit operasi sedimentasi dan filtrasi. Proses fisikokimia ini umumnya menggunakan zat kimia aluminium sulfat. Koagulan ini dijual luas di pasar di kota-kota besar tetapi relatif sulit diperoleh di perdesaan dan kota kecamatan di luar Jawa. Selain koagulan anorganik tersebut ada juga koagulan organik dari pohon kelor (*Moringa oleifera*). Buah kelor diketahui mengandung polielektrolit kationik dan flokulan serta asam amino. Sebagai biokoagulan dan bioflokulan, biji kelor kering bisa digunakan untuk koagulasi- flokulasi kekeruhan air seperti dalam penelitian Muyibi dan Evison, 1995.

Biji kelor juga digunakan oleh Tunggolou dan Payus (2017) untuk mengolah air sumur di Kampung Gaur, Kota Belud, Sabah, Malaysia. Penurunan kekeruhan lebih besar terjadi pada koagulan biji kelor, yaitu dari $35,9 \pm 1,65$ NTU menjadi $3,17 \pm 0,3$ NTU dengan dosis 15 mg/l sedangkan dengan alum sulfat $7,26 \pm 2,13$ NTU dengan dosis 55 mg/l. Efisiensi masing-masing adalah 91,17% dan 78,72%.

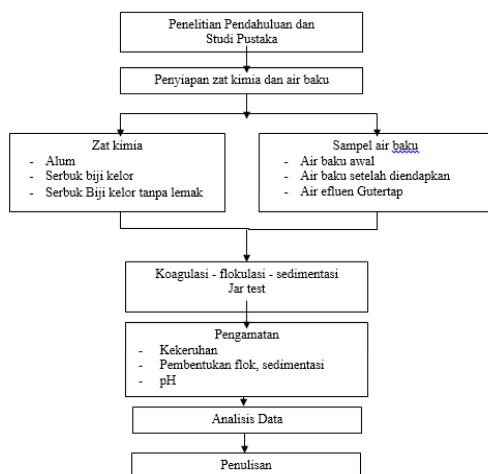
Penelitian sejenis juga dilaksanakan oleh Yusuf, Yuakubu dan Balarabe (2015). Dengan menggunakan dosis optimum biji kelor untuk mengolah air minum 90 mg/l diperoleh penurunan kekeruhan dari 339 NTU menjadi 4,10 NTU dengan efisiensi 98,8%. Kekeruhan air olahan memenuhi persyaratan kualitas air minum. Adapun Martin, Heredia, Peres (2012) memanfaatkan *Moringa oleifera* untuk mengolah air permukaan dengan efisiensi mencapai 95%, terjadi pada pengadukan optimum 80 rpm selama 40 menit. Di Brazilia, Camacho et.al., (2016) menggunakan *Moringa oleifera* sebagai koagulan dalam pengolahan air sistem konvensional untuk menyisihkan *Cyanobacteria* di dalam air permukaan. Variasi kekeruhan mulai dari rendah (5 – 10 NTU) hingga tinggi (30 – 60 NTU). Efisiensi penyisihan bisa mencapai 85% pada kekeruhan tinggi dan 60% pada kekeruhan rendah. Adapun Ramadhani et.al (2013) memperoleh hasil penelitian dengan efisiensi yang relatif tinggi. Efisiensi penurunan kekeruhan dengan serbuk biji kelor 95,39%, sedangkan tawas mampu menurunkan kekeruhan sebesar 93,44%, dan PAC hingga 99,95%.

Kelor juga digunakan oleh Wibawarto, et.al (2017) untuk menurunkan kekeruhan air limbah domestik (*grey water*). Dosis optimum 40 mg/l mampu menyisihkan kekeruhan hingga 77,17%, dengan rentang pengadukan 125 rpm, 150 rpm dan 175 rpm, dan diameter partikel 90 μ m. Selain sebagai koagulan untuk pejernihan air, *Moringa oleifera* juga mampu menurunkan bakteri atau sebagai antibakteri. Rentangnya antara 90 – 99%. Hal ini terjadi terutama pada bakteri yang melekat di permukaan koloid atau di dalam pori-pori *suspended solid*. Efek baik diperoleh pada konsentrasi di atas 10 g/l, yaitu sama dengan efek koagulan aluminium sulfat (Amagloh, 2009).

Adapun Sungai Citarum, sudah lama dimanfaatkan oleh PDAM dan masyarakat sekitarnya untuk berbagai

keperluan. Sejumlah penelitian air Citarum sudah dan sedang dilaksanakan. Satu di antaranya adalah pengolahan air Citarum menggunakan Gugus Filter Multistage (Gutertap) atau *Multistage Filtration* (Firdaus, 2016). Gutertap adalah hibrid antara *Roughing Filter* dan *Slow Sand Filter*. Filter ini intensif diteliti di Amerika Latin oleh IRC-CINARA (*International Water and Sanitation Centre - Instituto de Investigacion y Desarrollo en Abastecimiento de Agua*) di Colombia. Pada risetnya, CINARA membuat *pilot plant* dengan variasi unit operasi di Puerto Mallarino. Air bakunya berasal dari sungai dengan kekeruhan 80 s.d 3.600 NTU. Airnya berisi *coliform* 63.000 *Colony Forming Unit* (CFU) s.d 500.000 CFU. Hasil pengolahan mencapai 3 – 24 NTU dari air yang sangat keruh tanpa perlu zat kimia (koagulan) (Cahyana, 2008).

METODOLOGI



Koagulan

Koagulan yang digunakan adalah aluminium sulfat (tawas) dan serbuk biji kelor.

a. Aluminium sulfat

Aluminium sulfat bubuk (*powder*). Konsentrasi larutan induk = 5%. Cara pembuatan larutan induk Aluminium sulfat konsentrasi 5%:

- Timbang aluminium sulfat bubuk 5 gram
- Siapkan gelas ukur 200 ml. Masukkan bubuk 5 gram ke dalam gelas kemudian campur dengan aquades 100 ml. Aduk merata.
- Konsentrasi 5% → 5g/100 ml → 50g/liter → 50.000 mg/l

b. Koagulan biji kelor.

Pembuatan koagulan biji kelor:

- Siapkan biji kelor kering 200 gram.
- Kupas kulit kerasnya lalu ambil bijinya.
- Timbang biji kelor tanpa kulit luar (dari 200 gram biji kelor utuh menjadi 128,331 gram. Berkurang 35,83%).
- Keringkan biji kelor bagian dalam dengan cara dijemur atau dioven pada temperatur 100 derajat Celcius selama 1 jam.
- Haluskan biji kelor kering dengan blender agar menjadi serbuk. Saring dengan mesh 200 agar ukurannya seragam. Timbang lagi (berat awal 128,331

gram berkurang menjadi 114,593 gram. Berkurang 10,59%)

- Serbuk biji kelor siap digunakan.
- Konsentrasi larutan sama dengan aluminium sulfat: 5%.
- c. Koagulan serbuk biji kelor tanpa lemak. Koagulan serbuk biji kelor tanpa lemak adalah lanjutan proses b di atas:
 - Siapkan biji kelor serbuk 50 gram.
 - Serbuk biji kelor dimasukkan ke dalam gelas ukur 100 ml kemudian diisi ethanol sampai serbuk biji kelor terendam. Biarkan selama satu hari untuk memisahkan lemak di dalam serbuk biji kelor.
 - Saring menggunakan kertas saring.
 - Serbuk yang sudah disaring dan dipisahkan lemaknya kemudian dikeringkan di udara terbuka selama tiga hari atau masukkan ke dalam desikator untuk mempercepat pengeringan dan beratnya konstan.
 - Setelah kering dan tidak tercium bau ethanol, serbuk biji kelor tanpa lemak siap digunakan.
 - Konsentrasi larutan dibuat 5%.

Penyiapan Air Baku

Air Sungai Citarum dijadikan air baku untuk penelitian ini. Lokasi sampling di dekat instalasi Gutertap di Desa Bojongsoang, Kabupaten Bandung. Kekeruhan dan pH air diukur dengan prosedur standar. Kemudian air baku dibiarkan mengendap selama dua jam di kerucut Imhoff. Persentase endapan dicatat. Air yang lebih jernih (supernatan) dipisahkan untuk digunakan sebagai air baku penelitian ini. Air kedua yang digunakan sebagai pembanding adalah air efluen Gutertap, yaitu air hasil olahan Gutertap, ditampung di bagian *outlet* Gutertap.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Air baku Sungai Citarum

Pada saat penelitian air Sungai Citarum memiliki kekeruhan 214 NTU dan pH 7,24. Sampel air Citarum ini diolah dengan koagulan aluminium sulfat. Dosis optimum diperoleh 50 ppm dan kekeruhan turun menjadi 4,5 NTU. Efisiensi 97,9%. Adapun pH turun menjadi 6,98, terjadi karena koagulan aluminium sulfat bersifat asam.

Pengolahan menggunakan koagulan serbuk biji kelor diperoleh dosis optimum 100 ppm, kekeruhan menjadi 5,9 NTU, efisiensi 97,2% dan pH 7,18. Pengolahan dengan serbuk biji kelor tanpa lemak diperoleh dosis optimum 50 ppm, kekeruhan turun menjadi 5,1 NTU, efisiensi 97,6%. Dosis serbuk biji kelor lebih banyak daripada serbuk biji kelor tanpa lemak karena lemak menghambat pengikatan koloid, terjadi karena ada lemak yang melapisi koloid.

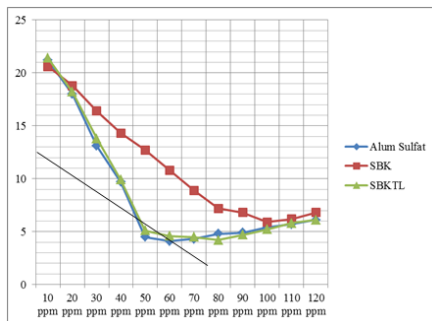
Rujukan kualitas air minum adalah Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang Persyaratan Kualitas Air Minum. Di dalam peraturan ini ditetapkan bahwa kekeruhan air minum ≤ 5 NTU dan pH 6,5 – 8,5. Penggunaan koagulan aluminium sulfat dan serbuk biji kelor tanpa lemak menghasilkan air olahan yang memenuhi

syarat sedangkan penggunaan koagulan serbuk biji kelor menghasilkan air yang belum memenuhi syarat karena kekeruhannya 5,9 NTU.

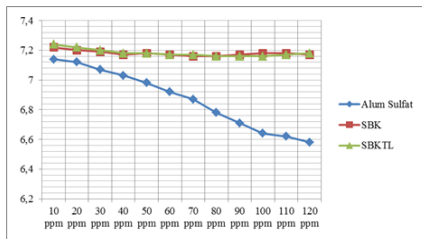
Tabel 1. Dosis optimum, air Sungai Citarum, kekeruhan 214 NTU.

Jenis koagulan	Dosis optimum (ppm)	kekeruhan (NTU)	pH	Persentase
Aluminum sulfat	50	4,5	6,98	97,9
Sebuk biji kelor (SBK)	100	5,9	7,18	97,2
Serbuk biji kelor tanpa lemak (SBKTL)	50	5,1	7,18	97,6

Sumber: Hasil analisis laboratorium, 2017



Gambar 2. Penurunan kekeruhan air Sungai Citarum, kekeruhan 214 NTU.



Gambar 3. Penurunan pH, air baku dari Sungai Citarum, kekeruhan 214 NTU.

Air Supernatan

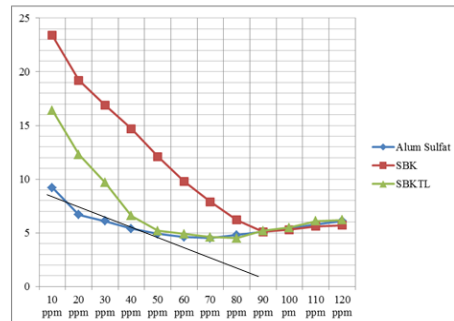
Kekeruhan air supernatan kerucut Imhoff yang difungsikan sebagai prasedimentasi 48,4 NTU, pH 7,24. Dosis optimum pengolahan air supernatan dengan aluminum sulfat adalah 50 ppm. Kekeruhan turun dari 48,4 NTU menjadi 4,9 NTU, efisiensi 89,9% dan pH menjadi 6,79. Adapun dosis optimum koagulan serbuk biji kelor adalah 90 ppm, mampu menurunkan kekeruhan menjadi 5,1 NTU, efisiensi 89,4%, pH 7,17. Dengan koagulan serbuk biji kelor tanpa lemak diperoleh dosis optimum 60 ppm. Kekeruhan menjadi 4,6 NTU, efisiensi 89,9% dan pH 7,18. Dibutuhkan dosis serbuk biji kelor lebih banyak daripada serbuk biji kelor tanpa lemak karena koloid diselimuti oleh lemak sehingga menghambat pengikatan koloid menjadi flok.

Merujuk pada Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2010, penggunaan koagulan aluminum sulfat dan serbuk biji kelor tanpa lemak sudah memenuhi syarat meskipun dosis optimumnya 60 ppm, yaitu lebih besar daripada aluminum sulfat sedangkan serbuk biji kelor secara teoretis belum memenuhi syarat karena kekeruhannya lebih besar daripada 5 NTU. Namun demikian, pada praktiknya, taraf kekeruhannya sudah mendekati kualitas air minum.

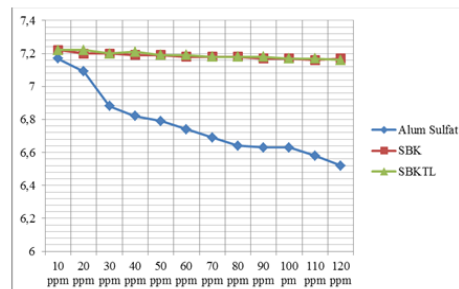
Tabel 2. Dosis optimum air baku dari supernatan, kekeruhan 48,4 NTU.

Jenis koagulan	Dosis optimum (ppm)	Keke-ruhan (NTU)	pH	Persentase penuruan
Aluminu mSulfat	50	4,9	6,79	89,9
Sebuk Biji Kelor (SBK)	90	5,1	7,17	89,4
Serbuk biji kelor Tanpa lemak (SBKTL)	60	4,6	7,18	89,9

Sumber: Hasil analisis laboratorium, 2017



Gambar 4. Penurunan kekeruhan air supernatan, kekeruhan 48,4 NTU.



Gambar 5. Perubahan pH, air supernatan, kekeruhan 48,4 NTU.

Efluen Gutertap

Gugus Filter Multitahap (Gutertap) adalah hibrida *roughing filter* dan *slow sand filter* yang dibuat di tepi Sungai Citarum di Desa Bojongsari, Kecamatan Bojongsoang, Kabupaten Bandung dengan sumber biaya hibah tahun 2016 dari BP3IPTEK Jawa Barat. Gutertap ini mampu menghasilkan air olahan (efluen) dengan kekeruhan 14,7 NTU dan pH 7,21. Air efluen ini diolah lagi menggunakan koagulan aluminium sulfat dan serbuk biji kelor.

Pengolahan air efluen Gutertap dengan kekeruhan 14,7 NTU menggunakan koagulan aluminium sulfat menghasilkan dosis optimum 90 ppm, dan menurunkan kekeruhan menjadi 8,4 NTU, efisiensi 42,8%, pH menjadi 7,18. Adapun dosis optimum koagulan serbuk biji kelor adalah 80 ppm, mampu menurunkan kekeruhan menjadi 10,7 NTU, efisiensi 27,2%. Sedangkan dosis optimum koagulan serbuk biji kelor tanpa lemak adalah 90 ppm, mampu menurunkan kekeruhan menjadi 8,8 NTU, efisiensi 40,13%. Namun ketiga koagulan belum mampu menghasilkan kekeruhan air di bawah standar yang ditetapkan di dalam Permenkes 492/Menkes/Per/IV/2010.

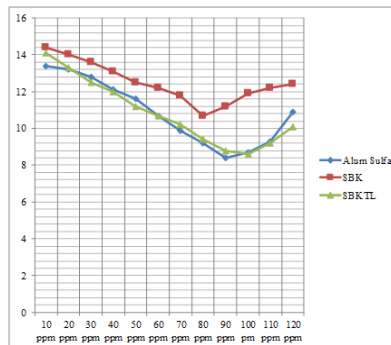
Kondisi ini terjadi karena koloid di dalam efluen Gutertap sudah banyak disisihkan di Gutertap. Hanya sedikit yang tersisa, yaitu 14,7 NTU. Kejadian serupa juga tampak pada percobaan dengan koagulan serbuk biji kelor. Dosis optimumnya 80 ppm dengan kekeruhan 10,7 NTU dan pH 7,21. Efisiensi penurunan kekeruhan hanya 27,2%. Adapun koagulan serbuk biji kelor tanpa lemak, dosis optimumnya 100 ppm. Kekeruhan air menjadi 8,6 NTU dan pH 7,18. Koagulan serbuk biji kelor tanpa lemak ini hasilnya lebih baik, efisiensi penurunan kekeruhan 41,5%.

Merujuk pada Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2010, penggunaan koagulan aluminium sulfat, serbuk biji kelor dan serbuk biji kelor tanpa lemak belum mampu memenuhi syarat karena kekeruhan air olahannya lebih dari 5 NTU . Hasil ini pun menegaskan bahwa kekeruhan rendah akan sulit diolah dengan proses koagulasi, flokulasi, sedimentasi.

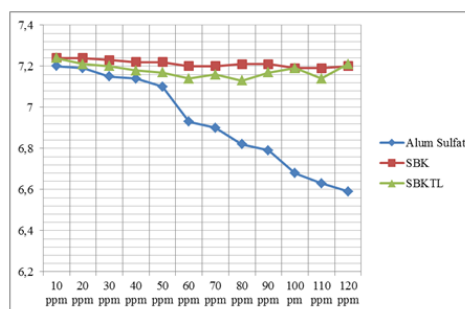
Tabel 3. Dosis optimun, air effluen Gutertap, kekeruhan 14,7 NTU

Jenis koagulan	Dosis optimum (ppm)	Kekeruhan (NTU)	pH	Persentase
Aluminium Sulfat	90	8,4	6,79	42,8
Serbuk Biji Kelor (SBK)	80	10,7	7,21	27,2
Serbuk biji kelor Tanpa lemak (SBKTL)	90	8,6	7,18	41,5

Sumber: Hasil analisis laboratorium, 2017



Gambar 6. Penurunan kekeruhan, air efluen Gutertap, kekeruhan 14,7 NTU.



Gambar 7. Perubahan pH air efluen Gutertap, kekeruhan 14,7 NTU.

KESIMPULAN

Efisiensi koagulan tawas relatif lebih tinggi daripada serbuk biji kelor dan dengan dosis yang lebih rendah. Tetapi dosis serbuk biji kelor tanpa lemak hampir menyamai dosis dan efisiensi koagulan tawas. Hal ini berlaku untuk sampel air dari Sungai Citarum dan air supernatan, dengan efisiensi kurang-lebih 90%.

Hasil berbeda diperoleh dalam pengolahan air efluen Gutertap yang lebih jernih. Diperoleh bahwa air yang lebih keruh lebih besar penyisihannya dibandingkan dengan air yang lebih jernih, baik menggunakan koagulan alum sulfat maupun biji kelor. Fenomena ini menyatakan bahwa kekeruhan yang relatif rendah justru sulit diolah dengan proses koagulasi flokulasi.

Juga diperoleh bahwa serbuk biji kelor tanpa lemak lebih besar penyisihan kekeruhannya daripada serbuk biji kelor. Serbuk biji kelor tanpa lemak efektif memberikan muatan listrik positif (kation) yang menetralkan muatan negatif koloid penyebab kekeruhan. Selama proses pertumbuhan flok, koloid dan *suspended solid* ikut terperangkap di dalam flok sehingga air menjadi makin jernih.

DAFTAR PUSTAKA

Amagloh, F. K., Benang, A. (2009), Effectiveness of Moringa seed as a coagulant for water purification, African Journal of Agricultural Research Vol. 4 (1), pp. 119-123.
 Cahyana, G. H. (2004), PDAM Bangkrut, Awas Perang Air, Sahara Golden Press, ISBN. 979-98596-0-3.

- Cahyana, G. H. (2008), IPAM Filtrasi Multitahap, Artikel Sainstek Majalah Air Minum, Edisi 155, Agustus 2008, ISSN 0126-2785.
- Camacho, F.P., Sousa, V.S., Bergamasco, R., Teixeira, M. R (2016), The use of Moringa a natural coagulant in surface water treatment, Chemical Engineering Journal.
- Firdaus, A. R. (2016), Efektivitas Teknologi Gabungan Upflow Roughing Filter dan UpFlow Slow Sand Filter Untuk Menurunkan Kekeruhan dan Settleable Solid Pada Air Sungai Citarum. Universitas Kebangsaan (Tugas Akhir).
- Tunggolou, J., Payus, C., (2017), Application of Moringa Plant as Water Purifier for Drinking Water Purposes, J. of Environmental Science Technology, 10 (5), 268-275.
- Ramadhani, S., Sutanhaji, T, Widiatmono, B. R (2013), Perbandingan Efektivitas Tepung Biji Kelor (Moringa Lamk), Poly Aluminium Chloride (PAC), dan Tawas Koagulan Air Jernih, Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan, Vol. 1 No. 3, 186-193
- Martin, J. S., Heredia J. B., Peres J. A., (2012), Improvement of the Flocculation Process in Water Treatment by Using Moringa oleifera Seeds Extract, Brazilian Journal of Chemical Vol. 29, No. 03., pp. 495 – 501.
- Muyibi, S. A., Evison L. M. (1995), Moringa Seeds for Softening Hardwater. Water Research 29 (4): 1099 – 1105.
- Wibawarto, D. K., Syafrudin, Nugraha, W. D (2017), Study Penurunan Turbidity, TSS, COD Menggunakan Biji Kelor (Moringa) Nanobiokoagulan Pengolahan Air Limbah Domestic (Grey Water), Jurnal Teknik Lingkungan, Universitas Diponegoro, Vol. 6, No. 1.
- Yusuf J, Yuakubu, M. B., Balarabe, A. M (2015), The Use of Moringa oleifera Seed as a Coagulant for Domestic Water Purification, Journal of Pharmacy and Biological Sciences, Vol. 10, Issue 1, pp. 06-09.