

# **PENURUNAN KEKERUHAN DAN WARNA AIR SUMUR GALI MENGUNAKAN KOAGULAN BIJI KELOR DAN FILTRASI KARBON AKTIF**

## **TURBIDITY AND COLOR WELL WATER TREATMENT BY USING *Moringa oleifera* COAGULANT AND ACTIVATED CARBON FILTRATION**

**Sulaiman Hamzani<sup>1)</sup>, Sri Suhenry<sup>1)</sup>, dan Isworo Pramudyo<sup>1)</sup>**

Jurusan Teknik Lingkungan, Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan Yogyakarta  
Jalan Janti Km. 4 Gedong Kuning Yogyakarta

<sup>1)</sup>Email : [sulaiman\\_hamzani@yahoo.co.id](mailto:sulaiman_hamzani@yahoo.co.id)

### **Abstrak**

Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dosis optimum koagulan biji kelor dan menghasilkan ketebalan filtrasi karbon aktif dalam penurunan tingkat kekeruhan dan warna hingga memenuhi syarat baku mutu air minum. Metode penelitian yang dilakukan adalah uji jarrest koagulan biji kelor dengan variasi dosis 10-80 mg/L, selanjutnya dosis optimum digunakan pada proses koagulasi-flokulasi dan filtrasi dengan variasi karbon aktif granular ketebalan 10-100 cm pada tabung filter diameter 4". Tingkat kekeruhan diukur dengan turbidimeter dan warna dengan colorimeter. Hasil yang diperoleh sesudah pengolahan untuk tingkat kekeruhan 2 NTU (efisiensi penurunan 95,6%) dan warna 10 TCU (efisiensi penurunan 88,9%). Kombinasi pengolahan ini mampu memenuhi persyaratan kualitas air minum dengan dosis optimum koagulan biji kelor 60 mg/L dan filter karbon aktif dengan ketebalan 100 cm.

**Kata kunci:** biji kelor, karbon aktif, kekeruhan, warna.

### **Abstract**

This study aims to determine the optimum dose of coagulant Moringa seed and produce active carbon filtration thickness decreased turbidity and color levels to meet drinking water quality standard requirements. Research methodology is a jar test moringa seeds with variations coagulant dose 10-80 mg/L, then the optimum dose used in the coagulation-flocculation and filtration with granular activated carbon variations in the thickness of 10-100 cm in diameter filter tubing 4 ". Turbidity levels measured by turbidimeter and colors with a colorimeter. The results obtained after treatment for 2 NTU turbidity level (efficiency 95.6% decrease) and a color of 10 TCU (efficiency 88.9% decrease). Combination treatment is able to meet the quality requirements of drinking water with optimum coagulant dose moringa seed 60 mg/L and an activated carbon filter with a thickness of 100 cm.

**Keywords:** activated carbon, color, moringa seeds, turbidity.

## 1. PENDAHULUAN

Secara nasional penyediaan air dari PDAM masih rendah, dimana data yang diperoleh menunjukkan ; tahun 1985 sebesar 10,77%, tahun 1995 sebesar 16,08% dan tahun 2010 sebesar 26,72%. Sementara sekitar 73% penduduk Indonesia masih tergantung dengan air permukaan maupun air tanah (Said, 2010). Penduduk di perumahan Pulo Gebang Jakarta Timur masih menggunakan air sumur gali yang secara kualitas tidak memenuhi syarat untuk keperluan sehari-hari, mereka terpaksa menggunakan air tersebut mengingat jaringan PDAM belum menjangkau wilayahnya. Secara kuantitas sebagian besar sumur-sumur gali di perumahan Pulo Gebang tidak pernah kering pada waktu musim kemarau. Hanya saja untuk kondisi seperti ini diperlukan adanya teknologi yang tepat guna agar bisa memperbaiki kualitas air, dimana teknologi itu harus mudah diterapkan, bahannya mudah diperoleh dan biayanya relatif murah.

Menurut Linsley (1986), sumber air tanah biasanya tidak bersih sempurna, selalu mengandung unsur pencemar. Sumber utama air tanah adalah air hujan yang dapat menembus tanah secara langsung ke air tanah dan merembes ke bawah melalui alur ke air tanah. Keadaan geologis menentukan jalur perjalanan air dari presipitasi hingga mencapai zona jenuh. Bila permukaan air tanah dekat dengan tanah, maka akan terjadi banyak rembesan melalui tanah. Hal ini jelas mempunyai pengaruh terhadap kualitas kekeruhan dan warna air tanah tersebut. Sumber air yang tercemar, terutama pada daerah yang tingkat pelayanan air bersih dan sanitasinya kurang, menjadi faktor penyebab masalah kesehatan. Hal ini disebabkan air merupakan media penyebaran mikroorganisma (Nishi *et al.*, 2012). Banyak pencemar pada air dan air limbah terdapat sebagai koloid yang tidak dapat diendapkan. Kekeruhan dalam air disebabkan oleh adanya zat padat yang tersuspensi seperti lempung, zat organik, plankton dan zat-zat halus lainnya (Pritchard *et al.*, 2010). Air yang keruh merupakan indikasi bahwa air tersebut tercemar

dan mengandung mikroorganisme yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Proses koagulasi-flokulasi tidak akan ekonomis apabila kekeruhan tinggi karena merupakan habitat dari bakteri pathogen.

Warna dalam air disebabkan oleh adanya ion-ion metal seperti besi dan mangan, partikel tersuspensi, koloid lainnya, mikroorganisme yang hidup dalam air, penguraian asam humus yang berasal dari penguraian zat-zat organik. Warna dapat berpengaruh terhadap pembubuhan bahan kimia yang diperlukan guna memperbaiki kualitas air yang diolah yaitu makin pekat warna, maka dosis koagulan makin tinggi. Warna dalam air keberadaannya tidak dihindaki, penurunan warna dapat dilakukan dengan proses koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan bahan kimia atau koagulan nabati seperti penggunaan biji kelor yang telah dihaluskan. Salah satu alternatif yang tersedia secara lokal adalah penggunaan koagulan alami dari tanaman yang dapat diperoleh disekitar kita seperti biji dari tanaman kelor atau *Moringa oleifera*, di mana biji tanaman ini telah terbukti efektif untuk menurunkan kekeruhan (Ghebremichael *et al.*, 2005; Sciban *et al.*, 2009; Pritchard *et al.*, 2010; Nishi *et al.*, 2012).

Perbedaan penjernihan air dengan menggunakan tawas dan serbuk biji kelor adalah pada lamanya waktu pengendapan partikel setelah pengadukan, yaitu hanya 5 menit, sedangkan dengan kelor mencapai 10 hingga 15 menit. Penggunaan serbuk biji kelor lebih ekonomis dibanding tawas, karena tanaman kelor dapat dibudidayakan (Irianty, 2002). Di samping itu pemakaian bahan alami dapat meningkatkan kualitas air produksi, karena mengurangi pemakaian bahan kimia (Bergamasco, 2010). Menurut Arung (2000) selain untuk penjernihan air, biji kelor juga dapat digunakan untuk memperbaiki kualitas limbah cair Industri Kayu Lapis. Biji buah kelor mengandung zat aktif *rhamnosyloxy-benzil-isothiocyante*, yang mampu mengadsorpsi dan menetralkan partikel-partikel lumpur serta logam yang terkandung dalam limbah tersuspensi dengan partikel kotoran yang melayang dalam air. Biji kelor

diketahui mengandung polielektrolit kationik dan flokulan alamiah dengan komposisi kimia berbasis polipeptida yang mempunyai berat molekul 6.000-16.000 dalton, mengandung 6 asam-asam amino sehingga dapat mengkoagulasi dan flokulasi kekeruhan air (Narasiah *et al.*, 2002).

Proses pengolahan air dengan filter karbon aktif dapat dilakukan untuk menghilangkan zat-zat yang sukar dihilangkan seperti logam berat, penyebab bau, warna, dan senyawa fenol. Penyerapan oleh karbon aktif merupakan adsorpsi fisika, maka prosesnya berjalan cepat dan karbon yang sudah jenuh dapat diregenerasi kembali. Adsorpsi terjadi karena adanya gaya tarik menarik antara molekul zat yang diserap/adsorbat dan adsorbennya (Supranto, 1996). Kelebihan karbon aktif granular adalah: pengoperasiannya mudah karena air mengalir dalam media, proses perjalanan cepat karena lumpur menggerombol, media tidak bercampur dengan lumpur sehingga dapat di regenerasi (Supranto, 1996; Indriyati, 2002). Dari berbagai penjelasan di atas, maka tujuan penelitian ini adalah menentukan dosis optimum biji kelor sebagai koagulan untuk menurunkan kekeruhan dan warna air tanah.

## 2. METODA

Bahan-bahan yang digunakan meliputi air sumur gali, biji kelor, karbon aktif granular dan kapur untuk menstabilkan pH. Peralatan yang digunakan adalah alat uji jartest, seperangkat alat koagulasi-flokulasi dan tabung filtrasi diameter 4" seperti yang dapat dilihat pada Gambar 1. Peralatan yang digunakan untuk menganalisis parameter penelitian antara lain: pH Meter Orion Model 420 A, Turbidimeter Hach Model 2100 A, Colorimeter dan Timbangan Analitis Merk Haus.

Percobaan dimulai dengan pengambilan sampel air sumur gali di Perumahan Pulo Gebang, Jakarta Timur untuk dilakukan pemeriksaan awal tingkat kekeruhan dan warna. Kemudian dilakukan jartest untuk menentukan dosis

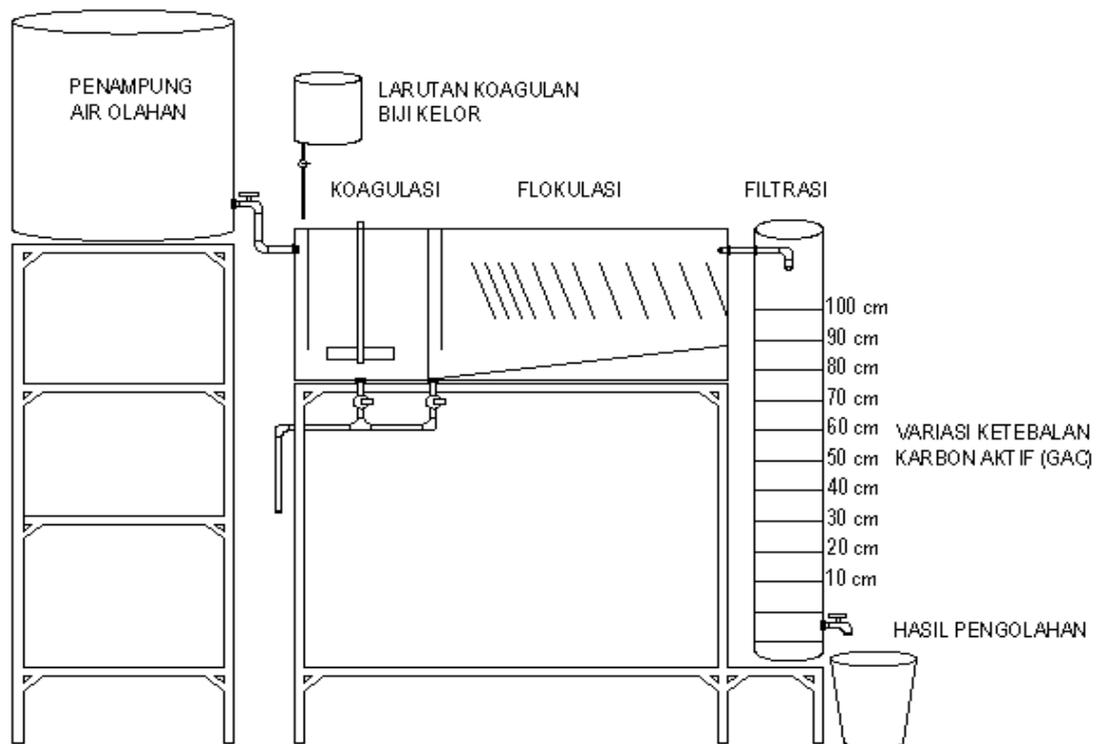
optimum koagulan biji kelor dengan variasi dosis 10-80 mg/L. Selanjutnya dosis optimum digunakan pada proses koagulasi-flokulasi dan filtrasi dengan variasi ketebalan karbon aktif granular 10-100 cm pada tabung filter berdiameter 4".

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kekeruhan dan warna air sumur gali dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil pemeriksaan laboratorium tingkat kekeruhan dan warna air sumur gali di perumahan Pulo Gebang, Jakarta Timur melebihi persyaratan kualitas air minum Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2010. Ditinjau dari segi kesehatan, air sumur gali tersebut tidak layak dipergunakan untuk konsumsi air minum maupun air bersih.

Penurunan kekeruhan dan warna air sumur gali sesudah jartest dengan koagulan biji kelor disajikan pada Tabel 2. Dari percobaan penentuan dosis optimum, diperoleh dosis optimum koagulan biji kelor untuk penurunan kekeruhan dan warna air sumur gali sebesar 60 mg/L. Pada dosis tersebut diperoleh hasil kekeruhan sebesar 12 NTU atau penurunan sebesar 73,3%. Penurunan warna optimum, juga diperoleh pada dosis 60 mg/L. Pada dosis tersebut diperoleh hasil warna sebesar 27,5 TCU atau penurunan sebesar 69,4%.

Hasil uji jartest ini belum memenuhi persyaratan kualitas air minum Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2010. Menurut Muyubi dalam Irianty (2002) kekeruhan air dapat berkurang dengan kisaran sekitar 36-98,2% dengan pemakaian biji kelor sebanyak 100-450 mg/L. Untuk memaksimalkan penurunan tingkat kekeruhan dan warna, maka dosis optimum 60 mg/L. Hasil jartest selanjutnya digunakan pada proses koagulasi-flokulasi dan filtrasi dengan variasi ketebalan karbon aktif untuk mencapai baku mutu air minum. Secara grafik hubungan penurunan tingkat kekeruhan dan warna air sumur gali pada uji jartest dengan variasi dosis koagulan biji kelor dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Alat koagulasi-flokulasi dan filtrasi

Tabel 1. Kualitas Air Baku

Parameter	Satuan	Hasil Pemeriksaan	Persyaratan Kualitas Air Minum <sup>*)</sup>
Kekeruhan	NTU	45	5
Warna	CTU	90	15

Keterangan: \*) Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2010

Tabel 2. Hasil Uji Jartest

Dosis Koagulan Biji Kelor (mg/l)	Kekeruhan (NTU)	Efisiensi Penurunan (%)	Warna (TCU)	Efisiensi Penurunan (%)
0	45	0	90	0
10	20	55,6	45	50
20	19	57,8	42,5	52,8
30	16	64,4	35	61,1
40	14	68,9	32,5	63,9
50	13	71,1	30	66,7
60	12	73,3	27,5	69,4
70	14	68,9	32,5	63,9
80	20	55,6	45	50

Gambar 2 menunjukkan bahwa kekeruhan dan warna air sumur gali mengalami penurunan maksimal pada dosis 60 mg/L, dimana

kekeruhan sebesar 12 NTU dan warna sebesar 27,5 TCU. Kondisi ini disebabkan karena padatan yang tersuspensi ataupun koloid-koloid

yang bermuatan negatif, asam-asam humat yang terkandung dalam air sumur gali bereaksi dengan asam amino dari protein yang terkandung dalam biji kelor. Sedangkan pada penambahan biji kelor lebih besar dari 60 mg/L terjadi kenaikan kekeruhan dan warna, karena kontribusi karbohidrat yang dikandung dalam biji kelor.

Menurut Anselme dan Narasiah (1997), dibandingkan dengan tawas, koagulan biji kelor (*Moringa oleifera*) tidak memerlukan penyesuaian pH dan alkalinitas serta tidak mengakibatkan masalah korosi. Biji kelor menghasilkan volume lumpur jauh lebih kecil dan tidak berbahaya. Biji kelor merupakan alternatif yang lebih layak dibanding koagulan tawas untuk dikembangkan di seluruh dunia. Untuk mengaplikasi dosis optimum koagulan biji sebesar 60 mg/L pada proses lanjutan, maka dilakukan perhitungan konsentrasi dosis koagulan dalam bentuk larutan. Adapun perhitungan konsentrasi larutan koagulan biji kelor adalah sebagai berikut:

1. Dosis optimum koagulan biji kelor 60 mg/L
2. Debit air olahan untuk uji coba 1 L/menit
3. Injeksi larutan koagulan 0,01 L/menit
4. Bak penampung larutan koagulan 1 L

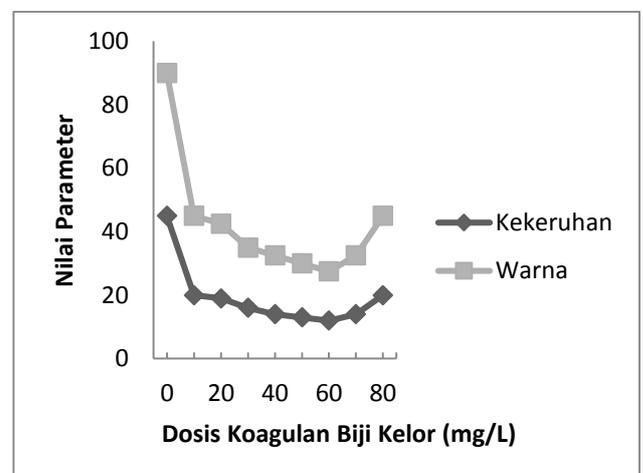
Maka konsentrasi dosis koagulan yang dilarutkan dalam bak penampung larutan koagulan adalah: 6000 mg/menit. Jika kemurnian koagulan 60%, maka pembubuhan sebanyak 1 L/menit. Tingkat kekeruhan dan warna sesudah pengolahan dengan menggunakan dosis optimum koagulan biji kelor 60 mg/L pada proses koagulasi-flokulasi dan filtrasi dengan variasi ketebalan karbon aktif 10-100 cm, disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3 hasil pemeriksaan laboratorium sebelum pengolahan kekeruhan 45 NTU, sesudah pengolahan pada proses koagulasi-flokulasi kekeruhan menjadi 26 NTU. Sesudah filtrasi dengan karbon aktif penurunan maksimal diperoleh pada ketebalan 100 cm, dimana

kekeruhan dimana kekeruhan menjadi 2 NTU dengan efisiensi sebesar 95,6%.

Tabel 4 hasil pemeriksaan laboratorium sebelum pengolahan warna 90 TCU, sesudah pengolahan pada proses koagulasi-flokulasi warna menjadi 52,2 TCU. Sesudah filtrasi dengan karbon aktif penurunan maksimal diperoleh pada ketebalan 100 cm, dimana warna menjadi 10 TCU dengan efisiensi 88,9%. Secara grafik tingkat penurunan kekeruhan dan warna air sumur gali dengan variasi ketebalan filtrasi karbon aktif. Gambar 3 menunjukkan bahwa semakin tebal filtrasi karbon aktif granular, maka penurunan kekeruhan dan warna semakin lebih baik.

Pada ketebalan maksimal 100 cm mampu memenuhi persyaratan kualitas air minum, dimana kekeruhan dari 45 NTU menjadi 2 NTU (efisiensi penurunan 95,6%) dan warna dari 90 TCU menjadi 10 TCU (efisiensi penurunan 88,9%). Sementara menurut Permenkes No. 492/Menkes/Per/IV/2010 tentang persyaratan kualitas air minum untuk kekeruhan 5 NTU dan warna 15 TCU. Menurut Indriyati (2002), bahwa semakin tebal media filter karbon aktif, maka luas permukaan penahan partikel semakin besar dan jarak yang ditempuh oleh air olahan semakin panjang. Waktu kontak yang lama ini memungkinkan proses difusi dan penempelan molekul adsorben berlangsung lebih baik.



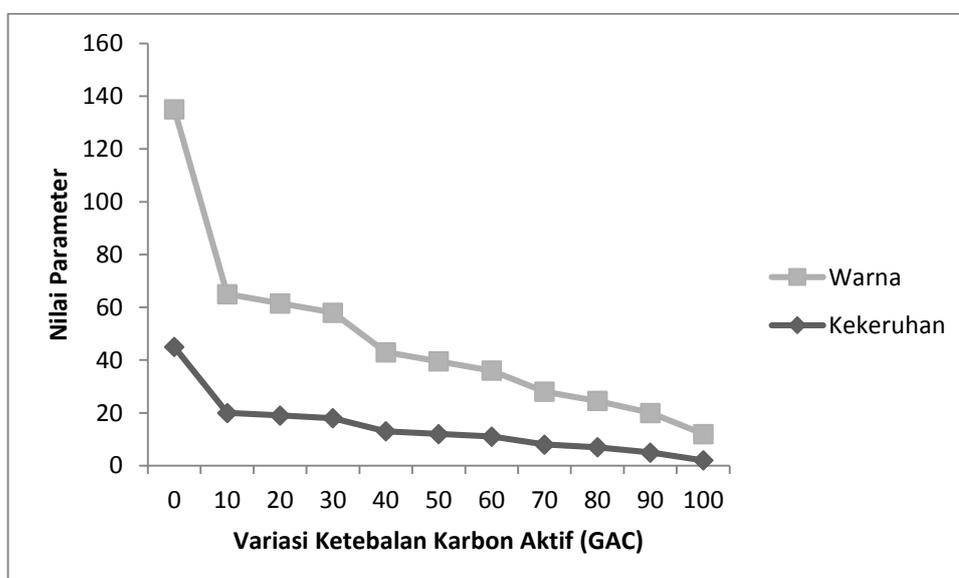
Gambar 2. Grafik Penurunan Kualitas Kekeruhan dan Warna pada Uji Jartest

Tabel 3. Tingkat Penurunan Kekeruhan Sesudah Pengolahan

Kekeruhan Air Baku (NTU)	Kekeruhan Sesudah Koagulasi-Flokulasi (NTU)	Variasi Ketebalan Karbon Aktif (cm)	Kekeruhan Sesudah Filtrasi (NTU)	Efisiensi Penurunan Kekeruhan (%)
45	26	10	20	55,6
		20	19	57,8
		30	18	60
		40	13	71,1
		50	12	73,3
		60	11	75,6
		70	8	82,2
		80	7	84,4
		90	5	88,9
		100	2	95,6

Tabel 4. Tingkat Penurunan Warna Sesudah Pengolahan

Warna Air Baku (TCU)	Warna Sesudah Koagulasi-Flokulasi (TCU)	Variasi Ketebalan Karbon Aktif (cm)	Warna Sesudah Filtrasi (TCU)	Efisiensi Penurunan Warna (%)
90	52,5	10	45	50
		20	42,5	52,8
		30	40	55,6
		40	30	66,7
		50	27,5	69,4
		60	25	72,2
		70	20	77,8
		80	17,5	80,6
		90	15	83,3
		100	10	88,9



Gambar 3. Grafik Penurunan Kekeruhan dan Warna Sesudah Filtrasi

## 5. KESIMPULAN

Tingkat penurunan kekeruhan dari 45 NTU menjadi 2 NTU (efisiensi penurunan 95,6%) dan warna dari 90 TCU menjadi 10 TCU (efisiensi penurunan 88,9%). Kombinasi pengolahan ini mampu memenuhi persyaratan kualitas air minum dengan dosis optimum koagulan biji kelor 60 mg/L dan filter karbon aktif dengan ketebalan 100 cm.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anselme, N. dan Narasiah, K.S., 1997, *Quality of Water Treated by Coagulation Using Moringa Oleifera Seeds*, Department of Civil Engineering, University of Sherbrooke, Sherbrooke, Quebec, Canada J1K 2R1
- Arung, 2000, Pemanfaatan Jaringan Tanaman Kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) sebagai Bahan Penjernih Limbah Cair Industri Kayu Lapis. *Jurnal Ilmiah Kehutanan "Rimba Kalimantan"* . 4 : 85-100.
- Bergamasco R., Leila Cristina Konradt-Moares, Marcelo Fernandes Vieira, M.R.F Klen, A.M. S Vieira., 2011, Performance of a coagulation-ultrafiltration hybrid process for water supply treatment, *Chemical Engineering Journal*, 166, 483-489.
- Ghebremichael, K.A., K.R. Gunaratna, H. Henriksson, H. Brumer dan G. Dalhammar, 2005, A simple purification and activity assay of the coagulant protein from *Moringa oleifera* seed, *Water Research*, 39, 2338-2344.
- Indriyati., 2002, Pengaruh Ketebalan Arang Aktif Tempurung Kelapa terhadap Peurunan Tingkat Kekeruhan pada Sumur Gali di Desa Kepuh Kecamatan Nguter Kabupaten Sukoharjo, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Irianty R.S., 2002, Pengaruh Massa Biji Kelor (*Moringa oleifera* Lamk.) dan Waktu Pengendapan pada Pengolahan Air Gambut, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Linsley, R., 1A986, Teknik Sumberdaya Air, Jilid I dan Jilid II Edisi 3, Erlangga, Jakarta.
- Narasiah, K. S., Vogel, A., dan Kramadhati, N.N., 2002, Coagulation of Turbid Water using Moringa Oleifera Seeds from Two Distinct Source, *J. Water Supply.*, .2 (5), 83 – 88.
- Nishi, L., A.M Salcedo Vieira, M. Fernandes Vieira, M. Bongiovani, F. Pereira Camacho, R. Bergamasco., 2012, Hybrid process of coagulation/flocculation with Moringa oleifera followed by ultrafiltration to remove Microcystis cells from water supply, *Procedia Engineering.*, 42, 865-872.
- Said, N.I., 2008, Teknologi Pengolahan Air Minum Teori & Pengalaman Praktis, Pusat Teknologi Lingkungan BPPT, Jakarta
- Pritchard M., T. Craven, T. Mkandawire, A.S. Edmondson, J.G. O'Neill, (2010), A study of the parameters affecting the effectiveness of Moringa oleifera in drinking water purification, *Physics and Chemistry of the Earth.*, 35, 791-797.
- Pritchard M., T. Craven, T. Mkandawire, A.S. Edmondson, J.G. O'Neill, (2010), A comparison between Moringa oleifera and chemical coagulants in the purification of drinking water – An alternative sustainable solution for developing countries, *Physics and Chemistry of the Earth.*, 35, 798-805.