

Utilization of NaCl Solution of Moringa Oleifera Seed Extract as Natural Coagulant at Liquid Waste at PT. Cheil Jedang Indonesia – Jombang

Wadziatir Rizqi, Eny Yulianti, Akyunul Jannah

¹Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Maulana Malik Ibrahim Malang

Email: eny.uinmlg@gmail.com

Abstract

In this study, the coagulant from Moringa seeds extracted using NaCl solution. Early stages, Moringa seed powder was extracted using 1M NaCl solution. Variations in sample pH (pH 4, 5, 6, 7, 8, 9 and 10) and variations in coagulant dose (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 and 80 mL / L) was conducted to determine the effectiveness of each coagulant at pH test parameters, Total Suspended Solids and Chemical Oxygen Demand-Permanganate method. Characterization of Moringa seed extract solutions include levels of carbohydrates, proteins, fats and amino acids. Characterization results, the carbohydrate content of Moringa seeds extracted with NaCl solution at 909 ppm, the protein 3348 ppm, fat content 800 ppm and it contains 14 kinds of amino acids. Concentration of most amino acids are lysine, which is 0.196%. Coagulant of Moringa seed extract solution of NaCl with an optimum pH of 10 can decreased levels of TSS by 82.3% at a dose of 80 mL / L. Coagulant solution of NaCl extract of Moringa seeds can not reduce levels of COD-Mn.

Keywords: Chemical Oxygen Demand-Permanganate, Coagulant, *Moringa oleifera*, Total Suspended Solids

Abstrak

Pada penelitian ini, koagulan biji kelor diekstraksi menggunakan larutan NaCl. Tahap awal, bubuk biji Moringa diekstraksi menggunakan larutan 1M NaCl. Variasi pH sampel (pH 4, 5, 6, 7, 8, 9 dan 10) dan variasi dosis koagulan (10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 dan 80 mL / L) dilakukan untuk menentukan efektivitas setiap koagulan pada parameter uji pH, *Total Suspended Solids* dan metode *Chemical Oxygen Demand-Permanganate*. Hasil karakterisasi, kandungan karbohidrat biji kelor diekstraksi dengan larutan NaCl di 909 ppm, protein 3348 ppm, kadar lemak 800 ppm dan berisi 14 jenis asam amino. Konsentrasi asam amino yang paling banyak adalah lisin, yaitu 0,196%. Koagulan biji kelor hasil ekstrak NaCl dengan pH optimum 10 didapatkan penurunan kadar TSS sebesar 82,3% dengan dosis 80 mL larutan / L. Koagulan biji kelor dengan ekstrak NaCl tidak dapat menurunkan kadar COD-Mn.

Kata kunci: Chemical Oxygen Demand-Permanganat, Koagulan, *Moringa oleifera*, Total Suspended Solids

I. PENDAHULUAN

Perkembangan industri dewasa ini telah memberikan sumbangan besar terhadap ekonomi Indonesia. Pembangunan industri, yang kebanyakan terletak di daerah aliran sungai (DAS), telah menimbulkan dampak negatif akibat buangan limbah industri yang umumnya meliputi masalah *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Total Suspended Solid* (TSS), dan logam berat (Sumarna, dkk., 2004).

Penyisihan bahan-bahan pencemar di dalam limbah pada prinsipnya berlangsung melalui perubahan sifat bahan-

bahan tersebut dari tidak dapat diendapkan menjadi mudah diendapkan atau lebih dikenal proses koagulasi-flokulasi. Hal yang perlu dipertimbangkan dalam proses koagulasi adalah pemilihan koagulan dan dosis sesuai dengan karakteristik air limbah (Caravelli, dkk., 2009).

Koagulan dapat diklasifikasikan menjadi koagulan anorganik (contohnya tawas atau aluminium sulfat, ferri klorida), polimer organik sintetis (contohnya ferro sulfat, *poly aluminium chloride* (PAC)), dan koagulan alami (contohnya kitosan, ekstrak tanaman. Tawas merupakan koagulan yang banyak digunakan dalam

pengolahan air karena kemampuannya dan biaya yang murah (Okuda, dkk., 1999).

Beberapa studi melaporkan bahwa aluminiu yang merupakan komponen utama dari tawas dan PAC bisa menyebabkan penyakit *Alzheimer*. Contoh lainnya adalah polimer organik sintesis seperti akrilamida memiliki neurotoksisitas (racun yang menyerang sel saraf) dan karsinogenik (penyebab kanker) yang kuat (Miller, dkk., 1984 dalam Ndabigengesere dan Narasiah, 1998).

Tanaman *Moringa oleifera* yang dalam bahasa Indonesia disebut kelor, memiliki biji yang mampu digunakan sebagai koagulan alami (Ndabigengesere dan Narasiah, 1998). Konsentrasi protein yang tinggi di dalam biji kelor oleh Jahn (1986) dinyatakan sebagai polielektrolit kationik alami berbasis polipeptida. Biji kelor sebagai polielektrolit dapat dijadikan sebagai bahan penjernih air dengan cara adsorpsi dan membuat jembatan antar partikel (LaMer dan Healy 1963 dalam Hidayat, 2006).

Proses koagulasi dengan koagulan biji kelor yang diekstrak dengan larutan NaCl 1 M diperoleh penurunan kekeruhan hingga 95 % (Okuda, dkk., 1999). Pada konsentrasi NaCl 1 M, konsentrasi protein yang terekstrak mencapai 4.499 ppm dan dapat menurunkan kekeruhannya hingga 99 % dari kekeruhan awal 450 NTU (Madrona, 2012).

Ada dua faktor penting dalam penambahan koagulan yakni pH dan dosis. Dosis dan pH optimum harus ditentukan dalam test laboratorium dan biasanya ditentukan dengan suatu prosedur yang disebut dengan “*jar test*” (Davis dan Cornwell, 1991).

Tujuan dari penelitian adalah mengetahui kandungan senyawa dalam larutan ekstrak NaCl biji kelor serta mengetahui efektifitas koagulan dari biji kelor maupun tawas dengan variasi pH sampel dan dosis koagulan.

II. METODE PENELITIAN

Pelaksanaan Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang dan Laboratorium *Waste Water Treatment* (WWT) PT. Cheil Jedang Indonesia (CJI) Jombang.

Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain seperangkat alat gelas, pH meter Knick, spektrofotometer Uv-vis (VARIAN type Cary 50), kuvet, oven, desikator, kertas saring Whatman (Cat No 1822-047), *vacum pump* dan neraca analitik AA 200 (Denver Instrument Company).

Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah biji kelor, limbah cair, tawas ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), NaCl p.a., NaOH p.a., H_2SO_4 p.a., Ag_2SO_4 p.a., KMnO_4 p.a., $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ p.a., glukosa anhidrat, kloroform p.a., methanol p.a., reagen Nelson, reagen arsenomolibdat, reagen Lowry, BSA dan KCl.

Prosedur Penelitian

Preparasi Air Limbah

Sampel diambil dari *clarifier pond* PT CJI Jombang menggunakan botol plastik yang telah dibilas dengan larutan HCl 0,01 N kemudian dibilas kembali dengan sampel yang akan diambil. Pengawetan sampel dilakukan pada suhu $4^\circ\text{C} \pm 2^\circ\text{C}$ atau diletakkan di *freezer* (Clesceri, dkk., 1998).

Preparasi Koagulan

Biji kelor yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari desa Kemuning, kecamatan Gudo, kabupaten Jombang. Buah kelor yang sudah tua di pohon diambil bijinya (dikupas kulit luarnya), hingga diperoleh biji kelor yang berwarna putih. Biji kelor selanjutnya ditumbuk dengan menggunakan cawan porselen, kemudian ditimbang sebanyak 1 gr dan diekstrak dalam 100 mL larutan NaCl 1 M. Campuran tersebut diaduk

dengan *magnetik stirrer* selama 10 menit, kemudian disaring. Filtratnya digunakan sebagai koagulan (Okuda, dkk., 1999 dan Madrona, dkk., 2012).

Kristal tawas dihaluskan menggunakan cawan porselen kemudian ditimbang sebanyak 1 gr dan dilarutkan dalam 100 mL aquades. Selanjutnya diaduk dengan *magnetik stirrer* selama 10 menit.

Karakterisasi Larutan Ekstrak NaCl Biji Kelor

Kadar karbohidrat dianalisis menggunakan metode Nelson-Somogyi (Nelson, 1944), kadar protein dianalisis menggunakan metode Lowry, kadar lemak dianalisis menggunakan metode Folch dan kadar asam amino dianalisis menggunakan HPLC (Sudarmadji, dkk., 1997).

Proses Koagulasi dengan Variasi pH Air Limbah

Sampel limbah diukur nilai TSS, dan COD-Mn sebagai kontrol. Sebanyak 500 mL sampel limbah dimasukkan ke dalam gelas beaker dan diatur pH-nya mulai pH 4, 5, 6, 7, 8, 9 sampai 10. Selanjutnya gelas beaker diletakkan pada slot *jar tester* dan dilakukan pengadukan cepat (150 rpm) selama 2 menit. Pada proses tersebut, ke dalam sampel ditambahkan koagulan (ekstrak NaCl biji kelor atau tawas) dengan konsentrasi 20 mL/L. Setelah 2 menit, dilakukan pengadukan lambat (30 rpm) selama 30 menit kemudian diendapkan (presipitasi) selama 1 jam. Setelah proses pengendapan, sampel diambil dan dilakukan analisis pH, TSS dan COD-Mn.

Proses Koagulasi dengan Variasi Dosis Koagulan

Air limbah diukur nilai TSS dan COD sebagai kontrol. Sebanyak 500 mL air limbah dimasukkan ke dalam 8 gelas beaker berbeda dan diatur pH-nya pada pH 10 untuk koagulasi dengan larutan ekstrak NaCl biji kelor dan pH 5 untuk koagulasi dengan tawas. Selanjutnya gelas beaker diletakkan pada slot *jar tester* dan dilakukan pengadukan cepat (150 rpm) selama 2 menit. Pada proses tersebut, ke dalam air

limbah ditambahkan koagulan (ekstrak NaCl biji kelor atau tawas) dengan konsentrasi 10, 20, 30, 40, 50, 60, 70 dan 80 mL/L. Setelah 2 menit, dilakukan pengadukan lambat (30 rpm) selama 30 menit kemudian diendapkan (presipitasi) selama 1 jam. Setelah proses pengendapan, air limbah diambil dan dilakukan analisis pH, TSS dan COD.

Analisis pH

Elektrode pada alat pH-meter dibilas beberapa kali dengan aquades kemudian dikeringkan. Dipipet 50 mL air limbah sebelum dan sesudah perlakuan koagulasi ke dalam beaker glass 100 mL. Elektrode dimasukkan ke dalam air limbah. Dibaca dan dicatat hasil yang muncul pada layar alat pH-meter.

Analisis Kadar TSS (Total Suspended Solids) (Clesceri, dkk., 1998).

Disiapkan kertas saring, kemudian dipanaskan dalam oven pada suhu 105 °C selama 5 menit kemudian didinginkan di dalam desikator selama 5 menit. Selanjutnya kertas saring ditimbang untuk mengetahui beratnya. Diambil 100 mL sampel yang telah dikocok kemudian disaring dengan penyaring vakum sampai tidak ada lagi yang menetes. Kertas saring dan residu penyaringan dikeringkan dengan oven selama 2 jam pada suhu 105 °C kemudian ditimbang. Proses pengeringan dan ditimbang diulang kembali sampai diperoleh berat kertas saring konstan.

Analisis Kadar COD-Mn (APHA, 1960 dan Clesceri, dkk., 1946)

Sebanyak 10 mL air limbah dimasukkan ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan aquades hingga volume 100 mL. Selanjutnya ditambahkan sedikit serbuk AgSO₄ (0,02 g), 10 mL H₂SO₄ (1:2) dan 10 mL KMnO₄ 0,025 N. Air limbah dipanaskan dalam *water bath* selama 30 menit pada suhu 100 °C. Sebanyak 10 mL larutan Na₂C₂O₄ 0,025 N ditambahkan pada menit ke-25 kemudian air limbah dipanaskan kembali. Setelah 30 menit, dilanjutkan titrasi menggunakan KMnO₄

0,025 N sampai terjadi warna merah jambu. 1 mL $\text{Na}_2\text{C}_2\text{O}_4$ setara dengan 0,2 mg Oksigen

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Larutan Ekstrak NaCl Biji Kelor

Hasil karakterisasi larutan ekstrak NaCl biji kelor diperoleh bahwa kadar protein dalam biji kelor yang paling tinggi. Hasil ini sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyebutkan bahwa protein merupakan kandungan tertinggi dalam larutan ekstrak biji kelor dan protein inilah yang merupakan senyawa aktif dalam proses koagulasi.

Tabel 1. Hasil Karakterisasi Larutan Ekstrak NaCl Biji Kelor

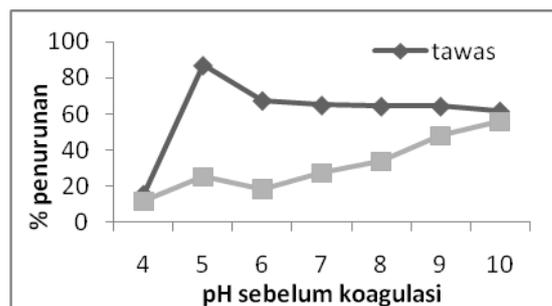
Analisis	Konsentrasi (ppm)
Karbohidrat	909
Protein	3348
Lemak	800

Larutan ekstrak NaCl biji kelor mengandung 14 asam amino, diantaranya asam aspartat, serin, asam glutamate, glisin, histidin, arginin, treonin, alanin, prolin, valin, lisin, isoleusin, leusin dan fenilalanin dengan kadar lisin yang paling tinggi, yaitu 0,196 %

Pengaruh Variasi pH Air Limbah terhadap Penurunan TSS

Variasi pH air limbah bertujuan untuk mengetahui pada rentang pH berapakah koagulan tersebut dapat menurunkan nilai TSS paling besar.

Air limbah yang memiliki pH 7 dikondisikan menjadi pH 4 – 10 dengan penambahan H_2SO_4 atau NaOH. Selanjutnya dilakukan proses koagulasi dengan masing-masing koagulan (larutan ekstrak NaCl biji kelor 1 % dan larutan tawas 1 %).



Gambar 1. Penurunan TSS dengan variasi pH air limbah menggunakan koagulan biji kelor terekstrak NaCl 1 M dan tawas

Variasi pH air limbah berpengaruh terhadap penurunan TSS. Koagulan ekstrak NaCl biji kelor dapat menurunkan kadar TSS paling tinggi, yaitu 55,8 % pada pH 10. Koagulan tawas mampu menurunkan kadar TSS hingga 87 % pada pH 5 dengan dosis yang sama, yaitu 20 mL/L. Kekeruhan awal air limbah adalah 51 ppm.

Baku mutu limbah cair untuk parameter TSS adalah 60 ppm. Penggunaan tawas maupun larutan ekstrak NaCl biji kelor sebagai koagulan dalam pengolahan air limbah masih memenuhi baku mutu walaupun dilakukan variasi pH air limbah.

Pengaruh Variasi pH Air Limbah terhadap Penurunan COD-Mn

Air limbah yang digunakan dalam penelitian ini merupakan air limbah dari industri yang bahan bakunya berasal dari *raw sugar*. Bahan baku yang digunakan merupakan bahan alam, sehingga limbah yang dihasilkan akan banyak mengandung zat-zat organik.

Proses koagulasi air limbah menggunakan larutan ekstrak NaCl biji kelor justru membebani air limbah, sehingga kadar COD-Mn semakin mekarena dalam larutan ekstrak NaCl biji kelor mengandung karbohidrat, protein dan lemak dengan konsentrasi tinggi. Protein yang terkandung dalam larutan ekstrak NaCl biji kelor, dimungkinkan hanya sebagian saja yang aktif sebagai koagulan, sehingga kandungan protein lainnya justru

meningkatkan nilai COD-Mn saat dianalisis.

Tabel 2. Kadar COD-Mn dengan variasi pH air limbah menggunakan koagulan biji kelor terekstrak NaCl 1 M dan tawas

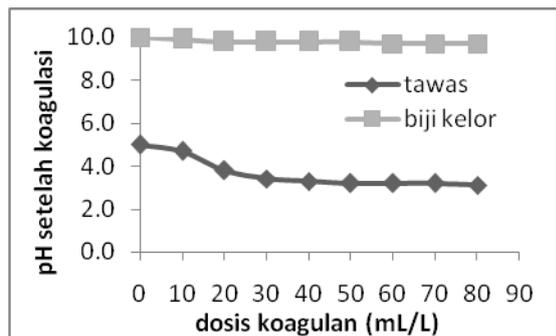
No	pH air limbah	COD-Mn	
		Biji kelor	Tawas
1	awal	54	52
2	4	76	47
3	5	75	32
4	6	69	44
5	7	75	48
6	8	78	48
7	9	76	47
8	10	72	44

Variasi pH air limbah ternyata tidak membuat COD air limbah semakin menurun. Namun kenaikan kadar COD menjadi tidak signifikan pada pH 6 dan 10. Koagulasi menggunakan tawas, optimum pada pH 5 dengan penurunan dari 52 menjadi 42 ppm.

Pengaruh Variasi Dosis Koagulan terhadap pH Air Limbah setelah Koagulasi

Air limbah dikondisikan pada pH 10, untuk analisis variasi dosis koagulan larutan ekstrak NaCl biji kelor dengan rentang 10 – 80 mL/L. Sedangkan untuk koagulan tawas, air limbah dikondisikan pada pH 5 baru kemudian dikoagulasi dengan koagulan tawas dengan penambahan 10 – 80 mL/L.

Penambahan koagulan kelor yang memiliki kandungan protein tinggi dimungkinkan menyebabkan penurunan pH. Pada pH basa protein akan bertindak sebagai asam (donor H⁺) membentuk muatan negatif. Ion H⁺ yang dilepaskan oleh protein akan menurunkan pH air limbah.



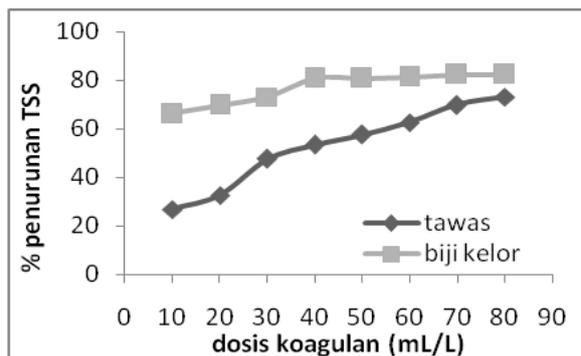
Gambar 2. Perubahan pH dengan variasi dosis koagulan biji kelor terekstrak NaCl 1 M dan tawas

Semakin tinggi dosis koagulan tawas, maka pH air limbah juga semakin menurun. Hal ini sesuai dengan Ndabigengesere dan Narasiah (1998), dalam penelitiannya menyebutkan bahwa penambahan dosis tawas akan menyebabkan pH air semakin menurun.

Tawas yang memiliki rumus molekul Al₂(SO₄)₃ akan mengalami hidrolisa dalam air membentuk ion H⁺ dan SO₄²⁻ (Alaerts dan Santika, 1987). Reaksi tersebut menyebabkan pembebasan ion H⁺, sehingga pH larutan berkurang. Apabila semakin banyak tawas yang ditambahkan, maka pH air akan semakin turun.

Pengaruh Variasi Dosis terhadap Kadar TSS Air Limbah setelah Proses Koagulasi

Variasi dosis larutan ekstrak NaCl biji kelor bertujuan untuk mengetahui pengaruh banyaknya larutan ekstrak NaCl biji kelor yang ditambahkan selama proses koagulasi terhadap penurunan kadar TSS dalam air limbah industri. Hasil pengamatan yang diperoleh dapat dilihat pada grafik berikut.



Gambar 3. Grafik hubungan antara dosis koagulan larutan ekstrak NaCl biji kelor dengan penurunan kadar TSS

Berdasarkan Gambar 3. dapat diketahui semakin besar penambahan dosis koagulan maka kadar TSS akan semakin menurun. Penurunan TSS menggunakan koagulan larutan ekstrak NaCl biji kelor mencapai 82,3 %, sedangkan dengan tawas hanya 73,1 % pada dosis yang sama, yaitu 80 mL/L. Nilai TSS awal air limbah adalah 66 ppm.

Pengaruh Variasi Dosis Koagulan terhadap Kadar COD-Mn Air Limbah setelah Proses Koagulasi

Pengukuran COD atau kebutuhan oksigen kimia merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mendegradasi atau mengoksidasi senyawa organik maupun anorganik yang mencemari air. Karbon dalam senyawa organik mampu dioksidasi oleh kalium permanganat. Oksigen yang dibutuhkan mengindikasikan jumlah karbon yang ada pada senyawa organik (APHA, 1960).

Hasil penelitian, diperoleh bahwa dengan meningkatnya dosis koagulan larutan ekstrak NaCl biji kelor maka nilai COD-Mn air limbah juga semakin meningkat. Hal ini berbeda dengan penggunaan koagulan tawas, semakin besar dosis koagulan maka nilai COD-Mn semakin menurun.

Tabel 3. Perubahan kadar COD-Mn dengan variasi dosis menggunakan koagulan biji kelor terkestrak NaCl 1 M dan tawas.

No	Dosis (mL/L)	COD-Mn	
		Kelor	Tawas
1	Awal	83	83
2	10	104	54
3	20	114	52
4	30	120	50
5	40	128	48
6	50	134	46
7	60	144	44
8	70	154	42
9	80	169	40

Penelitian Ndabigengesere dan Narasiah (1998) menunjukkan bahwa penggunaan ekstrak air biji kelor sebagai koagulan memang akan meningkatkan kadar COD karena koagulan yang digunakan hanya diekstrak dengan pengadukan kemudian penyaringan. Filtrat yang dihasilkan merupakan ekstrak kasar sehingga masih banyak senyawa-senyawa lain dari biji kelor yang ikut terekstrak.

IV. KESIMPULAN

Larutan ekstrak NaCl biji kelor memiliki kandungan karbohidrat (glukosa) 909 ppm, kandungan protein sebesar 3266, kadar lemaknya adalah 800 ppm dan mengandung 14 jenis asam amino. Asam amino yang paling banyak adalah lisin dengan konsentrasi 0,196 %.

Pada pH 10, penambahan larutan ekstrak biji kelor dapat menurunkan kadar TSS hingga 55,8 %. Pada pH 5, koagulan tawas dapat menurunkan kadar TSS hingga 87 % dan menurunkan kadar COD-Mn dari 52 ppm menjadi 32 ppm.

Pada pH 10, larutan ekstrak NaCl biji kelor mampu menurunkan kadar TSS sampai 80,8 % pada dosis 40 mL/L sedangkan tawas yang dikondisikan pada pH 5 hanya mampu menurunkan kadar TSS sebesar 73,1 % pada dosis 80 mL/L. Tawas

mampu menurunkan kadar COD-Mn dari 83 ppm menjadi 40 ppm pada dosis 80 mL/L.

V. DAFTAR PUSTAKA

- Alaert, G., dan Santika, S. S. 1987. *Metode Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Caravelli, A.H., Contreras, E.M., dan Zaritzky, N.E., Des. 2009. Phosphorus Removal in Batch Systems Using Ferring Chloride in the Presence of Activated Sludge. *Journal of Hazardous Materials* 177.
- Clesceri, L. S., Greenberg, A.E. dan Eaton, A. D. (Eds.). 1946. *Standard Methods for the Examination of Water and Sewage, 9th Ed.* New York: APHA (American Public Health Association and America Water Works Association)
- Clesceri, L. S., Greenberg, A.E. dan Eaton, A. D. (Eds.). 1998. *Standard Methods for The Eximanation of Water & Wastewater. 20 th edition*, APHA AWWA WEF, Maryland, USA.
- Hidayat, S. 2006. Pemberdayaan Masyarakat Bantaran Sungai Lematang dalam Menurunkan Kekeruhan Air dengan Biji Kelor (*Moringa oleifera* Lam.) sebagai Upaya Pengembangan Proses Penjernihan Air. *Disertasi tidak diterbitkan*. Malang: Program Studi Setara Jurusan Pendidikan Biologi Universitas Negeri Malang
- Jahn, S.A.A. 1988. Using Moringa Seeds of Coagulants in Developing Countries. *Journal of The Water Works Association*. Vol.6. England: Pergamon Press.
- Madrona, G. S., Branco, I. G., Seolin, V. J., Filho, A. A., Fagundes-Klen, M. R. dan Bergamasco, R. 2012. Evaluation of Extracts of *Moringa oleifera* Lam Seeds Obtained with NaCl and their Effect on Water Treatment. *J. Maringa*, v. 34 n. 3. Brazil: Acta Scientiarum
- Ndabigengeser, A, dan Narasiah, K.S. 1998. Quality of Water Treated by Coagulation Using Moringa Oleifera. *Water Research*. Vol. 32, No. 3. England: Pergamon Press.
- Nelson, N. 1944. A Photometric Adaptation of The Somogyi method for The Determination of Glucose. *J. Biol. Chem.* 80
- Okuda, T., Baes, A. U., Nishijima, W. dan Okada, M. 1999. Improvement of Extraction Method of Coagulation Active Components from Moringa oleifera Seed. *Water research*. Vol. 33. No. 15. England: Pergamon Press.
- Sudarmadji, S., Haryono, B. dan Suhardi. 1997. *Prosedur Analisa Untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberti.
- Sumarna, O., Rohman, I., Ariefianto, I., Muharam, K., Mardini, D., Herawati, R. 2004. Pengolahan Limbah Cair Industri Tekstil Menggunakan Bioflokulan Dengan Metode Sistem Flow Skala Lab Bagian Hulu Dan Hilir . *Seminar Nasional Penelitian dan Pendidikan Kimia*. Bandung: UPI.