



## EFEKTIVITAS PENGGUNAAN BIJI KELOR (*Moringa Oleifera*, Lam) SEBAGAI KOAGULAN UNTUK MENURUNKAN KADAR TDS DAN TSS DALAM LIMBAH LAUNDRY

Ahsanul Hak<sup>1</sup>, Yeti Kurniasih<sup>2</sup>, Husnul Hatimah<sup>3</sup>

Prodi Pendidikan Kimia, FPMIPA, IKIP Mataram, Jl. Pemuda No. 59A, Mataram, Indonesia  
83125

Email: husnulhatimah@ikipmataram.ac.id

### Article History

Received: July 2018

Revised: November 2018

Published: Desember 2018

### Abstract

Laundry waste contains detergent which can cause water pollution because it contains various kinds of substances that can affect various water parameters, especially such as TDS (total dissolved solids) and TSS (total suspended solids). To reduce these parameters is done by the coagulation process which is adding moringa seed powder as coagulant. Moringa seeds can work as a coagulant because they contain an active substance, 4-alfa-4-rhamnosyloxy-benzil-isothiocyanate. The coagulation process was carried out by varying several coagulation parameters such as the size of the coagulant powder (A1 (80-100mesh) and A2 (100mesh), stirring speed (slow, medium, and fast), settling time (15, 45 and 75 minutes) and mass ratio to sample volume (100 mg against 100, 150 and 200 mL). The samples used in the coagulation process were taken by grab sampling technique and the determination of TDS and TSS levels was carried out by the gravimetric method. The data showed the size of moringa seed powder coagulant, stirring speed, settling time and coagulant mass ratio with sample volume influence the % decrease in TDS and TSS levels, optimum conditions on coagulant powder size > 100 mesh, moderate stirring speed, 15 minute deposition time and coagulant mass ratio to sample volume 1: 1 (mg / L), where % decrease in TDS is 74.07% from 270000 mg / L to 70000 mg / L and TSS of 82.14% from 56000 mg / L to 10000 mg / L.

**Keywords:** TDS, TSS, 4-alfa-4-rhamnosyloxy-benzil-isothiocyanate and coagulation.

### Sejarah Artikel

Diterima: Juli 2018

Direvisi: November 2018

Dipublikasi: Desember 2018

### Abstrak

Limbah cucian mengandung deterjen yang dapat menyebabkan polusi air karena mengandung berbagai jenis zat yang dapat mempengaruhi berbagai parameter air, terutama seperti TDS (total padatan terlarut) dan TSS (total padatan tersuspensi). Untuk mengurangi parameter ini dilakukan dengan proses koagulasi yaitu menambahkan bubuk biji kelor sebagai koagulan. Biji kelor dapat bekerja sebagai koagulan karena mengandung zat aktif, 4-alfa-4-rhamnosyloxy-benzil-isothiocyanate. Proses koagulasi dilakukan dengan memvariasikan beberapa parameter koagulasi seperti ukuran bubuk koagulan (A1 (80-100mesh) dan A2 (100mesh), kecepatan pengadukan (lambat, sedang, dan cepat), waktu pengendapan (15, 45 dan 75 menit) dan rasio massa terhadap volume sampel (100 mg terhadap 100, 150 dan 200 mL). Sampel yang digunakan dalam proses koagulasi diambil dengan teknik pengambilan sampel dan penentuan kadar TDS dan TSS dilakukan dengan metode gravimetri. Data menunjukkan ukuran koagulan bubuk biji kelor, kecepatan pengadukan, waktu pengendapan dan rasio massa koagulan dengan volume sampel mempengaruhi % penurunan kadar TDS dan TSS, kondisi optimal

pada ukuran bubuk koagulan > 100 mesh, kecepatan pengadukan sedang, deposisi 15 menit rasio waktu dan koagulan terhadap volume sampel 1: 1 (mg / L), di mana% penurunan TDS adalah 74,07% dari 270000 mg / L menjadi 70000 mg / L dan TSS 82,14% dari 56000 mg / L menjadi 10.000 mg / L .

**Kata kunci:** TDS, TSS, 4-alfa-4-rhamnosyloxy-benzil-isothiocyanate and coagulation.

## PENDAHULUAN

Di zaman modern saat ini, banyak usaha-usaha binatu (*laundry*) bermunculan. Binatu (*laundry*) adalah suatu proses pencucian kain dengan media utama adalah air (H<sub>2</sub>O) dan deterjen. Fungsi air dalam *laundry* adalah: 1) pelarut kotoran dan deterjen; 2) media transportasi deterjen, energi, kotoran yang larut dan pencuci yang baik. Untuk sekali proses pencucian mulai tahap pencucian hingga tahap pembilasan yang normal dibutuhkan antara 15-22 liter air per kg mesin cuci. Misalkan mencuci kain dengan mesin cuci 25 kg maka diperlukan sekitar 500 liter air untuk sekali cuci (Sukarma, 2011).

Dalam proses binatu (*laundry*), air tidak dapat menghilangkan kotoran yang tidak larut dalam air. Air juga tidak mampu mengikat kotoran yang telah terlepas dari kain agar tetap berada di air, sehingga tidak menempel kembali pada kain (redeposisi). Untuk itu diperlukan bahan yang dapat membantu mengangkat kotoran dari air dan menahan agar kotoran yang telah terpisah dari kain yaitu berupa deterjen.

Kegiatan binatu (*laundry*) menghasilkan limbah yang serupa dengan limbah rumah tangga dari kegiatan mencuci yang menggunakan sabun dan deterjen serta bahan pembersih lainnya. Sisa deterjen yang ikut terbuang ke lingkungan perairan seperti selokan, sungai, kolam dan danau, akan mengganggu kehidupan yang ada dalam air

Air yang sudah digunakan untuk keperluan binatu (*laundry*) atau keperluan rumah tangga sering dikembalikan ke dalam perairan yang dialirkan melalui selokan. Keadaan ini merupakan masalah apabila limbah tersebut tidak dinetralkan dulu, karena semakin lama jumlah polutan yang masuk ke dalam perairan semakin banyak (Fardiaz, 1992). Beragam zat terkandung dalam limbah binatu tersebut, diantaranya lumpur, debu, lemak, dan beragam kandungan dad deterjen. Zat-zat tersebut dapat mempengaruhi kualitas air seperti pH (*power of hidrogen*), TSS (*total suspended solids*), TDS (*total dissolved solids*), COD (*chemical oxygen demand*), BOD (*biochemical oxygen demand*), DO (*dissolved oxygen*) dan lain-lain.

Kadar TSS dan TDS perairan akibat pembuangan limbah binatu tersebut akan meningkat. TSS menyebabkan kekeruhan pada air akibat padatan tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap. TSS terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, misalnya lumpur, lemak, sel-sel mikroorganisme yang terdapat dalam limbah binatu (Fardiaz, 1992). TSS memberikan kontribusi untuk kekeruhan dengan membatasi penetrasi cahaya untuk fotosintesis dan visibilitas di perairan. TDS merupakan konsentrasi jumlah ion kation dan anion dalam air. TDS terdiri dari semua ion-ion terlarut dalam air, yaitu berupa fosfat dalam surfaktan dan bahan-bahan penyusun deterjen yang terlarut dalam air. Peningkatan padatan terlarut akan membunuh ikan secara langsung, meningkatkan penyakit dan menurunkan tingkat pertumbuhan ikan serta perubahan tingkah laku dan penurunan reproduksi ikan. Selain itu, kuantitas makanan alami ikan akan semakin berkurang. Oleh sebab itu secara tidak langsung juga pencemaran terhadap ikan berdampak buruk terhadap kesehatan manusia jika terakumulasi dalam tubuh.

Adanya pembuangan dari limbah binatu (*laundry*) mengakibatkan pencemaran dalam perairan, maka perlu penanganan yang lebih serius agar lingkungan hidup tetap terjaga kelestariannya. (Fardiaz, 1992). Ada beberapa cara yang telah dilakukan untuk menurunkan kadar TSS dan TDS dalam air diantaranya menggunakan teknologi membran jenis mikrofiltrasi. Penggunaan membrane ini praktis dan bersifat portable, namun biaya operasional dan pemeliharaan yang cukup tinggi dari sisi pergantian membran, listrik dan operator terlatih. Selain itu juga, pengolahan dengan reaktor roughing filter tipe gravity atau vertical, yang dapat disebut gravity/vertical roughing filter (GRF). Namun kedua teknologi di atas masih sulit diterapkan mengingat terkendala biaya yang dibutuhkan sangat tinggi.

Dengan melihat fakta dan permasalahan tersebut, maka penelitian ini difokuskan pada upaya memberikan alternatif teknologi yang ramah lingkungan, mudah, murah dan praktis, yaitu salah satu upaya untuk menurunkan kadar TSS dan TDS dalam air yaitu melalui proses koagulasi. Proses koagulasi dapat dilakukan dengan menggunakan koagulan alami yang berbentuk butiran atau bubuk, dan salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah biji kelor (*Moringa Oleifera*, Lam). Biji kelor merupakan alternatif koagulan organik. Biji kelor sebagai koagulan dapat digunakan dengan dua cara yaitu: biji kering dengan kulitnya dan biji kering tanpa kulitnya (Ndabingengesere dkk, 1995 dalam Pandia, 2005). Zat aktif (*active agents*) yang terkandung dalam biji kelor yaitu 4-alfa-4-rhamnosyloxy-benzil-isothiocyanate (Bey, 2010). Proses koagulasi dipengaruhi oleh berbagai macam faktor, antara lain: ukuran serbuk koagulan, waktu pengendapan, kecepatan pengadukan dan perbandingan massa koagulan terhadap volume air limbah.

## METODE

### A. Jenis Penelitian

Penelitian tentang "efektivitas biji kelor (*Moringa Oleifera*, Lam) sebagai koagulan untuk menurunkan kadar TDS dan TSS dari limbah *laundry*" tergolong penelitian eksperimen. Penelitian eksperimen merupakan penelitian yang sistematis, logis dan teliti di dalam melakukan kontrol terhadap kondisi. Dalam melakukan eksperimen peneliti memanipulasikan suatu stimulant, *treatment* atau kondisi-kondisi eksperimental, kemudian mengamati pengaruh yang diakibatkan oleh adanya perlakuan atau manipulasi tersebut (Zuriah, 2003). Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dan bersifat kuantitatif. Adapun rancangan penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahap yaitu:

1. Preparasi koagulan biji kelor.
2. Penentuan kadar TDS dan TSS sampel sebelum proses koagulasi.
3. Proses koagulasi dengan mengoptimasi beberapa parameter koagulasi yaitu ukuran serbuk biji kelor, waktu pengendapan, kecepatan pengadukan serta perbandingan massa koagulan terhadap volume air limbah.
4. Penentuan kadar TDS dan TSS sampel setelah proses koagulasi.

### B. Alat dan Bahan Penelitian

#### 1. Alat Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah ayakan ASTM 80 dan 100 mesh, blender, oven, desikator, neraca analitik, botol sampel, cawan penguapan, penjepit, corong saring, magnetic stirrer, toples, kaca arloji, kertas saring whatman 42, dan gelas kimia.

#### 2. Bahan penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah koagulan biji kelor (*Moringa Oleifera*, Lam) dan sampel limbah proses binatu (*laundry*).

#### D. Prosedur Penelitian

##### 1. Preparasi biji kelor

- a. Buah kelor yang sudah tua diambil bijinya (dikupas kulit luarnya), kemudian dijemur hingga kering. Setelah itu dibersihkan dari kulitarnya hingga diperoleh biji kelor yang berwarna putih.
- b. Biji kelor yang sudah dikupas selanjutnya diblender kemudian diayak dengan ayakan ASTM 80 dan 100 mesh yang disusun sedemikian rupa sehingga diperoleh serbuk ukuran 80-100 mesh (A1) dan >100 mesh (A2).
- c. Serbuk yang diperoleh disimpan dalam toples yang ditutup rapat.

##### 2. Proses koagulasi dengan mengoptimasi beberapa parameter koagulasi.

Proses koagulasi dilakukan dengan mencampurkan sejumlah massa koagulan serbuk biji kelor ke dalam sejumlah limbah *laundry*, diaduk dengan kecepatan tertentu kemudian diendapkan dengan waktu tertentu. Parameter yang diteliti adalah:

##### a. Pengaruh ukuran serbuk biji kelor.

- 1) Disiapkan 2 buah gelas kimia ukuran 250 mL dan dimasukkan masing-masing 100 mL limbah cair *laundry*.
- 2) Ditimbang masing-masing 100 mg serbuk biji kelor ukuran A1 dan A2 dengan neraca analitik.
- 3) Kemudian dimasukkan ke dalam gelas kimia yang berisi sampel sebanyak 100 mL.
- 4) Diaduk cepat selama 3 menit dengan magnetic stirrer dan dibiarkan mengendap selama 15 menit.
- 5) Selanjutnya larutan didekantasi dengan endapan tidak ikut sertakan kemudian kadar TDS dan TSS ditentukan dengan metode gravimetri.

##### b. Pengaruh variasi kecepatan pengadukan.

- 1) Sebanyak 100 mg serbuk biji kelor dengan ukuran A1 dan A2 ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam gelas kimia yang masing-masing berisi sampel limbah sebanyak 100 mL.
- 2) Diaduk lambat selama 3 menit dengan magnetic stirrer.
- 3) Dibiarkan mengendap selama 15 menit.
- 4) Selanjutnya larutan didekantasi dengan endapan tidak ikut sertakan kemudian kadar TDS dan TSS ditentukan dengan metode gravimetri.
- 5) Lakukan pekerjaan yang sama seperti di atas tetapi kecepatan pengadukan divariasikan yaitu pada kecepatan sedang dan cepat.

##### c. Pengaruh variasi waktu pengendapan

- 1) Sebanyak 100 mg serbuk biji kelor dengan ukuran A1 dan A2 ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam gelas kimia yang masing-masing berisi sampel limbah sebanyak 100 mL.
- 2) Diaduk lambat selama 3 menit dengan magnetic stirrer. Ulangi perlakuan tapi dengan kecepatan pengadukan sedang dan cepat.
- 3) Dibiarkan mengendap selama 15 menit.
- 4) Selanjutnya larutan didekantasi dengan
- 5) Lakukan pekerjaan yang sama seperti di atas tetapi waktu pengendapan divariasikan yaitu waktu 45 dan 75 menit.

##### d. Pengaruh perbandingan massa koagulan dengan volume sampel.

- 1) Sebanyak 100 mg serbuk biji kelor dengan ukuran A1 dan A2 ditimbang, kemudian dimasukkan ke dalam gelas kimia yang masing-masing berisi sampel limbah sebanyak 100 mL.
- 2) Diaduk lambat selama 3 menit dengan magnetic stirrer. Ulangi perlakuan tapi dengan kecepatan pengadukan sedang dan cepat.

- 3) Dibiarkan mengendap selama 15 menit. Ulangi perlakuan tapi dengan waktu pengendapan 45 dan 75 menit.
  - 4) Selanjutnya larutan didekantasi dengan endapan tidak diikuti sertakan kemudian kadar TDS dan TSS ditentukan dengan metode gravimetri.
  - 5) Lakukan pekerjaan yang sama seperti di atas tapi dengan volume sampel 100 dan 200 mL.
3. Penentuan kadar TDS dan TSS dengan metode gravimetri.

Limbah *laundry* sebelum dan sesudah proses koagulasi dengan pengaruh beberapa parameter ditentukan kadar TDS dan TSSnya. Penentuan kadar TDS dan TSS sampel sebelum dan sesudah proses koagulasi.

1. Analisa Zat Padat Tersuspensi (TSS)

- a. Panaskan kertas saring di dalam oven pada suhu  $\pm 105^{\circ}\text{C}$  selama 1jam. Dinginkan dalam desikator selama 15 menit dan kemudiantimbang dengan cepat. Pemanasan biasanya cukup 1 jam. Namunpemanasan perlu diulang sampai didapatkan berat yang konstan ataukehilangan berat sesudah pemanasan ulang.
- b. Sampel yang sudah dikocok merata, sebanyak 50 mL dipindahkandengan menggunakan pipet, ke dalam alat penyaringan atau cawanpenguapan, yang sudah ada filter kertas di dalamnya kemudiandisaring.
- c. Filter kertas diambil dari alat penyaring dengan hati-hati dankemudian ditempatkan di atas jaring-jaring yang terletak pada cawanlalu dimaksudkan dalam oven untuk dipanaskan pada suhu  $105^{\circ}\text{C}$ , selama 1 jam. Dinginkan dalam desikator dan kemudian timbangdengan cepat.

Perhitungan:

$$\text{mg/l ZatTersuspensi} = \frac{(a - b) \times 1000}{c}$$

Keterangan:

a =Berat filter dan residu sesudah pemanasan  $105^{\circ}\text{C}$  (mg)

b = Berat filter kering mula-mula (sesudah dipanaskan  $105^{\circ}\text{C}$ ) (mg)

Kadar TSS dan TDS perairan akibat pembuangan limbah binatu tersebut akan meningkat. TSS menyebabkan kekeruhan pada air akibat padatan tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap. TSS terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, misalnya lumpur, lemak, sel-sel mikroorganisme yang terdapat dalam limbah binatu (Fardiaz, 1992). TSS memberikan konstribusi untuk kekeruhan dengan membatasi penetrasi cahaya untuk fotosíntesis dan visibilitas di perairan. TDS merupakan konsentrasi jumlah ion kation dan anión dalam air. TDS terdiri dari semua ion-ion terlarut dalam air, yaitu berupa fosfat dalam surfaktan dan bahan-bahan peyusun deterjen yang terlarut dalam air. Peningkatan padatan terlarut akan membunuh ikan secara langsung, meningkatkan penyakit dan menurunkan tingkat pertumbuhan ikan serta perubahan tingkah laku dan penurunan reproduksi ikan. Selain itu, kuantitas makanan alami ikan akan semakin berkurang.

Adanya pembuangan dari limbah binatu (*laundry*) mengakibatkan pencemaran dalam perairan, maka perlu penanganan yang lebih serius agar lingkungan hidup tetap terjaga kelestariannya. (Fardiaz, 1992). Salah satu upaya untuk menurunkan kadar TSS dan TDS dalam air yaitu melalui proses koagulasi. Proses koagulasi dapat dilakukan dengan menggunakan koagulan alami yang berbentuk butiran atau bubuk, dan salah satu alternatif yang dapat digunakan adalah biji kelor (*Moringa Oleifera*, Lam). Biji kelor merupakan alternatif koagulan organik. Biji kelor sebagai koagulan dapat digunakan dengan dua cara yaitu : biji kering dengan kulitnya dan biji kering tanpac = mi sampel (Alaerts, 1994)

Catatan: Penentuan kadar TSS setelah proses koagulasi caranya sama dengan penentuan kadar TSS awal. Hanya saja melalui proses dekantasi dengan endapannya tidak diikuti sertakan sebelum proses filtrasi.

## 2. Analisa Zat Padat Terlarut (TDS)

- Cawan penguapan, yang telah dibersihkan dipanaskan dalam oven dengan suhu 105°C, dinginkan dalam desikator sampai waktu akan digunakan. Ditimbang segera bila akan digunakan.
- Sampel yang lolos dari filter kertas, dipipet sebanyak 10 mL dengan pipet volume dan dituangkan dalam cawan penguapan.
- Cawan yang berisi sampel tersebut, diuapkan dan dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C sampai semua air telah menguap.

Perhitungan

$$\text{mg/l Padat Terlarut} = \frac{(a - b) \times 1000}{c}$$

Keterangan:

a = Berat cawan dan residu sesudah pemanasan 105°C (mg)

b = Berat cawan kosong (mg)

c = ml sampel (Alaerts, 1994)

Catatan: Penentuan kadar TDS setelah proses koagulasi caranya sama dengan penentuan kadar TDS awal. Hanya saja sampel yang diuapkan melalui proses dekantasi dengan endapannya tidak diikuti sertakan sebelum proses filtrasi.

## E. Teknik Pengumpulan Data

Pengumpulan data kadar TDS dan TSS sampel limbah *laundry* sebelum dan setelah dikoagulasi dengan serbuk biji kelor dilakukan dengan metode gravimetri. Analisis kadar TSS dan TDS dilakukan di Laboratorium Kimia FPMIPA KIP Mataram.

## F. Teknik Analisis Data

Setelah menentukan kadar TSS dan TDS dari limbah *laundry* sebelum dan sesudah proses koagulasi, masing-masing perlakuan selanjutnya ditentukan persentase penurunan kadar TSS dan TDS yaitu dengan membandingkan kadar TSS dan TDS hasil koagulasi dengan kadar TSS dan TDS awal. Data-data yang diperoleh disajikan dalam bentuk grafik dan tabel. Adapun rumus untuk menghitung persentase penurunan kadar TDS dan TSS yaitu:

$$E = \frac{S_0 - S}{S_0} \times 100\%$$

Keterangan: -  $S_0$  adalah TDS/TSS sebelum proses koagulasi.

-S adalah TDS/TSS setelah proses koagulasi

-E adalah efisiensi penurunan (Pinandari dkk, 2011).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### A. Hasil Penelitian

#### 1. Penentuan Kadar TDS dan TSS Pada Sampel

Sampel yang diambil merupakan hasil penyabunan pertama pada limbah *laundry*. Limbah ini diambil tiap melakukan percobaan dengan teknik pengambilan sampel sesaat (*grab sampling*) karena TDS dan TSSnya akan mengendap kalau dibiarkan dalam waktu yang lama. Sampel penelitian diambil dari salah satu usaha *laundry* yang berada di wilayah Gomong Kecubung. Sampel limbah yang didapat selanjutnya ditentukan kadar TDS dan TSS awal

menggunakan metode gravimetri. Data kadar TDS dan TSS awal dapat dilihat pada tabel 4.1 sebagai berikut:

**Tabel 4.1. Kadar TDS dan TSS awal Sampel**

Pengambilan	Sampel	Kadar TDS (mg/L)	Kadar TSS (mg/L)
1	I	240000	50000
2	II	250000	54000
3	III	270000	56000
Rata-rata		253333.33	53333.33

Berdasarkan data yang terlihat pada tabel 4.1 kadar TDS dan TSS pada sampel tersebut didapatkan kadar TDS dan TSS yang melebihi batas ketentuan maksimum untuk kualitas air limbah yaitu 1000-50000 mg/L untuk kadar TDS dan 100-500 mg/L untuk kadar TSS (Alaerts, 1994).

## 2. Penurunan Kadar TDS dan TSS Melalui Koagulan Menggunakan Serbuk Biji Kelor.

Proses koagulasi untuk menurunkan kadar TDS dan TSS dilakukan dengan mempengaruhi beberapa parameter yaitu pengaruh ukuran serbuk koagulan, kecepatan pengadukan, waktu pengendapan, dan perbandingan massa koagulan terhadap volume sampel.

### a. Pengaruh Ukuran Serbuk Koagulan Terhadap % Penurunan Kadar TDS dan TSS.

Pada percobaan ini ukuran serbuk koagulan yang digunakan dalam proses koagulasi divariasikan, yaitu ukuran A1 (80-100 mesh) dan A2 (>100 mesh). Data kadar penurunan TDS dan TSS untuk parameter ukuran koagulan dapat dilihat pada tabel 4.2 sebagai berikut:

**Tabel 4.2. % Penurunan Kadar TDS dan TSS untuk Parameter Ukuran Koagulan**

Ukuran Koagulan	% Penurunan TDS	% Penurunan TSS
A1 (80-100 mesh)	25.00%	36.00%
A2 (>100 mesh)	60.00%	59.26%

Keterangan:

- Kecepatan rendah (v1)
- Volume sampel 100 mL (VI)
- Waktu pengendapan 15 menit (t1)
- Massa koagulan 100 mg
- Waktu pengadukan 3 menit

### b. Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap penurunan Kadar TDS dan TSS.

Pada percobaan ini kecepatan pengadukan yang digunakan dalam proses koagulasi divariasikan, yaitu kecepatan lambat, sedang, dan cepat. Data kadar penurunan TDS dan TSS untuk parameter kecepatan pengadukan dapat dilihat pada tabel 4.3 sebagai berikut:

**Tabel 4.3 Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap % Kadar TDS dan TSS**

Ukuran Koagulan	Kec. Pengadukan	% Penurunan TDS	% Penurunan TSS
A1 (80-100mesh)	Lambat	25.00%	36.00%
	Sedang	62.50%	72.00%
	Cepat	32.00%	51.85%
A2 (>100mesh)	Lambat	60.00%	59.26%
	Sedang	74.07%	82.14%
	Cepat	44.44%	60.71%

Keterangan:

- Kecepatan rendah (vi)
  - Volume sampel 100 mL (VI)
  - Waktu pengendapan 15 menit (ti)
  - Massa koagulan 100 mg
  - Waktu pengadukan 3 menit

**c. Pengaruh Waktu Pengendapan Terhadap % Penurunan TDS dan TSS.**

- Pada percobaan ini waktu pengendapan yang digunakan dalam proses koagulasi divariasikan, yaitu 15 menit, 45 menit, dan 75 menit. Data kadar penurunan TDS dan TSS untuk parameter waktu pengendapan dapat dilihat pada tabel 4.4 sebagai berikut:

**Tabel 4.4 Pengaruh Waktu Pengendapan Terhadap % Kadar TDS dan TSS.**

Ukuran Koagulan	Waktu Pengendapan (menit)	% Penurunan TDS	% Penurunan TSS
A1 (80-100) mesh)	15	62.50%	72.00%
	45	54.17%	76.00%
	75	33.33%	84.00%
A2 (> 100 mesh)	15	74.07%	82.14%
	45	70.37%	85.71%
	75	62.96%	89.29%

Keterangan:

- Volume sampel 100 mL (VI)
- Kecepatan pengadukan médium (v2)
- Massa Koagulan 100 mg
- Waktu Pengadukan 3 menit.

**c. Pengaruh Perbandingan Massa Koagulan Terhadap Volume Sampel Terhadap % Penurunan Kadar TDS dan TSS.**

Pada percobaan ini volume limbah yang dikoagulasikan divariasikan, yaitu 100 mL, 150 mL dan 200 mL dengan massa koagulan tetap 100 mg. Data kadar penurunan TDS dan TSS untuk parameter perbandingan massa koagulan terhadap volume sampel dapat dilihat pada tabel 4.5 sebagai berikut:

**Tabel 4.5 Pengaruh Perbandingan Massa Koagulan Dengan Lampiran 9).**

Ukuran Koagulan	Volume Sampel (Liter)	% Penurunan TDS	% Penurunan TSS
Ukuran A1 (80- 100 mesh)	100	62.50%	72.00%
	150	58.33%	64.00%
	200	54.17%	48.00%
	100	74.07%	82.14%
ukuranA2 (>10 mesh)	150	66.67%	75.00%
	200	62.96%	64.29%

Keterangan:

- Waktu pengendapan 15 menit
- Kecepatan pengadukan médium (v2)
- Massa koagulan 100mg
- Waktu pengadukan 3 menit.

## B. Pembahasan

Kota Mataram merupakan ibu kota Provinsi Nusa Tenggara Barat yang menjadi pusat dari berbagai jenis kegiatan, diantaranya dalam bidang penyediaan jasa. Hal ini ditandai dengan pertumbuhan industri-industri *laundry* yang menyediakan jasa pencucian pakaian. Dengan perkembangannya yang semakin pesat, jasa *laundry* sangat membantu masyarakat kota yang sangat sibuk dengan berbagai jenis aktivitas. Akan *tetapi semita jenis kegiatan akan menghasilkan zat sisa yang nantinya akan* menjadi limbah, termasuk industri *laundry*. Dari kegiatan industri *laundry* ini, akan menghasilkan limbah dari proses penyabunan sampai pembilasan pakaian. Limbah tersebut mengandung berbagai jenis zat di dalamnya, diantaranya deterjen yang digunakan dalam proses penyabunan, kotoran-kotoran dari pakaian dan lain-lain. Apabila limbah tersebut dibuang ke perairan tanpa proses penjernihan terlebih dahulu, maka akan mengakibatkan perubahan komposisi dari perairan tersebut terutama kadar TDS (zat padat terlarut) dan TSS (zat padat tersuspensi).

Hasil penentuan kadar TDS dan TSS dalam limbah *laundry* yang diambil dari salah satu industri *laundry* di wilayah Gomong Kecubungsebanyak tiga kali pengambilan didapatkan kadar TDS rata-ratanya sebesar 253333.33 mg/L dan kadar TSS rata-rata sebesar 53333.33 mg/L. Kadar TDS dan TSS rata-rata tersebut melebihi jumlah batas maksimum untuk kadar TDS dan TSS yang diperbolehkan untuk air limbah, yaitu 1000-50000 mg/L untuk kadar TDS dan 100-500 mg/L untuk kadar TSS (Alaerts, 1994).

Kadar TDS dan TSS yang terdapat pada limbah *laundry* tersebut jauh melebihi batas ketentuan maksimum untuk limbah cair. Jika limbah tersebut dibuang langsung ke lingkungan akan mengakibatkan pencemaran terhadap lingkungan, terutama pencemaran terhadap perairan. Tingginya kadar TDS dan TSS dari limbah *laundry* disebabkan oleh berbagai macam zat yang terdapat pada pakaian dan zat-zat yang terdapat dalam deterjen yang digunakan untuk mencuci. Zat yang terdapat pada pakaian yang dicuci antara lain debu, sel-sel mikroorganisme, lemak dan lain-lain. Sedangkan zat yang terdapat pada deterjen diantaranya *surfactant (surface active agent)* yaitu berupa anionik, kationik, dan nonionik.

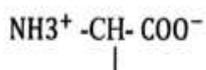
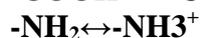
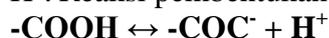
Kadar TSS yang tinggi menyebabkan kekeruhan pada air akibat padatan tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap. TSS terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, misalnya lumpur, lemak, sel-sel mikroorganisme yang terdapat dalam limbah binatu (*laundry*) (Fardiaz, 1992). TSS memberikan kontribusi untuk

kekeruhan dengan membatasi penetrasi cahaya untuk fotosintesis dan visibilitas di perairan. Peningkatan kadar padatan terlarut akan membunuh secara langsung, meningkatkan penyakit dan menurunkan tingkat pertumbuhan ikan serta perubahan tingkah laku dan penurunan reproduksi ikan. Selain itu, kuantitas makanan alami ikan akan semakin berkurang. Lingkungan perairan yang tercemar limbah *laundry* yang berkonsentrasi tinggi dapat membahayakan kehidupan biota air dan manusia yang mengonsumsi biota tersebut.

Untuk mengurangi pencemaran yang ditimbulkan oleh tingginya parameter air tersebut maka limbah tersebut perlu diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Salah satu cara pengolahannya adalah dengan cara koagulasi, yaitu dengan menambahkan koagulan ke dalam limbah *laundry*. Koagulan yang digunakan berupa koagulan alami yaitu serbuk biji kelor. Proses koagulasi dalam penelitian ini bertujuan untuk membandingkan kadar TDS dan TSS awal dengan kadar TDS dan TSS setelah penambahan koagulan.

Biji kelor yang digunakan sebagai koagulan alami bekerja dengan cara koagulasi dan flokulasi untuk mengendapkan zat-zat dalam air. Protein biji kelor merupakan protein makromolekul yang polielektrolit bermuatan positif, tetapi protein biji kelor juga memiliki jenis protein yang bermuatan negatif seperti asam amino asam glutamate (Hidayat, 2006). Proses koagulasi terjadi ketika biji kelor dalam bentuk serbuk ditambahkan ke dalam air baku, protein dalam biji kelor tersebut akan larut dan menghasilkan muatan positif dalam jumlah banyak. Larutan biji kelor tersebut bereaksi sebagai koagulan alami bermuatan positif yang akan tertarik oleh partikel-partikel yang bermuatan negatif, seperti tanah liat, bakteri dan partikel-partikel lain yang terdapat dalam air sehingga lebih dikenal sebagai protein kationik (Sutherland, dkk, 1994). Proses flokulasi terjadi ketika protein yang sudah berikatan dengan partikel bermuatan negatif membentuk flok melalui pengumpulan partikel-partikel yang terdapat dalam air (Gidde dan Bhalerao, 2008).

Protein dalam biji kelor merupakan protein yang larut dalam air, yang dimana protein itu sendiri merupakan polipeptida yang terdiri dari beberapa molekul asam amino yang dapat berikatan satu dengan lain membentuk suatu senyawa peptida. Asam amino dalam protein merupakan asam karboksilat yang mempunyai gugus amino. Asam amino yang terdapat sebagai komponen protein mempunyai gugus amino (-NH<sub>2</sub>) pada atom karbon kiral dari posisi gugus karboksilat (-COOH). Asam amino penyusun protein akan membentuk ion amfoter (*zwitterion*) dalam air, yaitu gugus karboksilat akan melepaskan ion H<sup>+</sup> dan gugus amina akan menerima ion H<sup>+</sup>. Reaksi pembentukan ion amfoter (*zwitterion*):

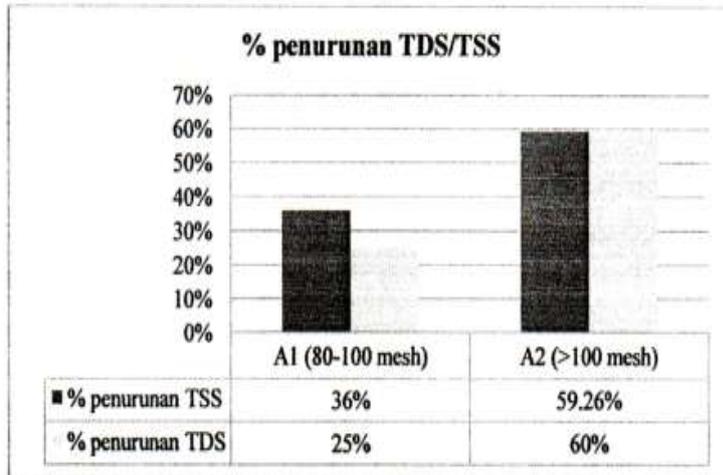


(Poedjiadi, 2009)

Penambahan koagulan alami berupa serbuk biji kelor ke dalam sampel limbah dilakukan dengan mempelajari pengaruh beberapa parameter diantaranya yaitu, parameter ukuran serbuk koagulan, kecepatan pengadukan, waktu pengendapan dan perbandingan massa koagulan terhadap volume sampel. Dalam percobaan ini, parameter-parameter yang digunakan divariasikan sedemikian rupa dan percobaan tersebut dilakukan dengan rancangan acak lengkap.

### 1. Pengaruh ukuran serbuk biji kelor terhadap % penurunan kadar TDS dan TSS.

Persentase penurunan kadar TDS dan TSS pada proses koagulasi menggunakan serbuk biji kelor dengan ukuran serbuk yang berbeda dapat dijabarkan dalam bentuk diagram yaitu sebagai berikut:

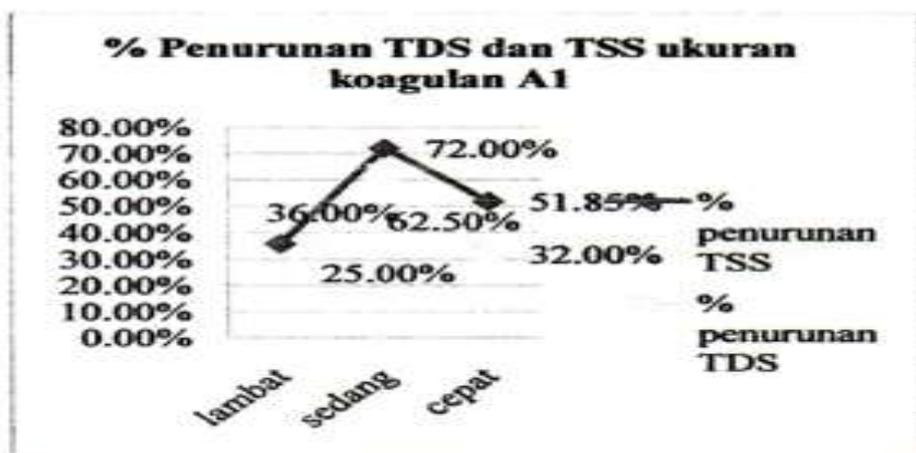


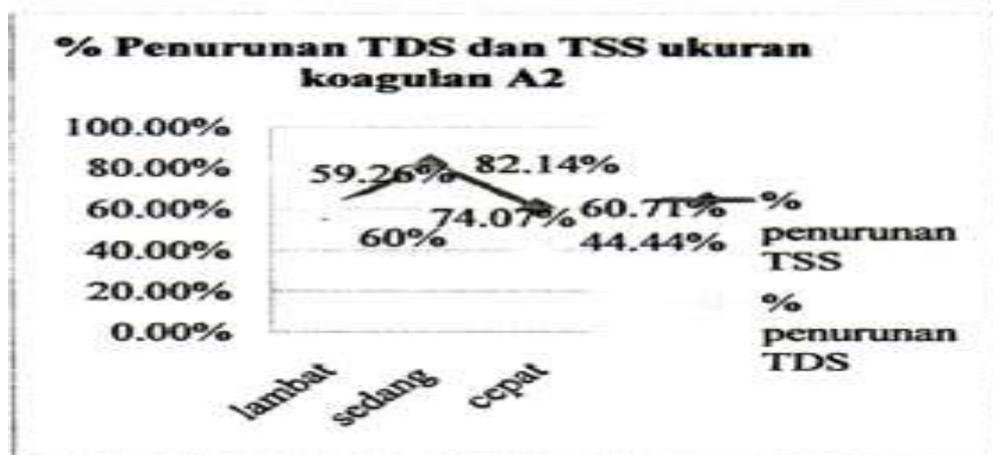
Gambar 4.2 Diagram Batang untuk Pengaruh Ukuran Serbuk Koagulan Terhadap % Kadar TDS dan TSS.

Penurunan kadar TDS dan TSS optimum yang terlihat pada gambar 4.2. Ukuran serbuk koagulan berpengaruh terhadap persentase penurunan kadar TDS dan TSS. Persentase penurunan lebih tinggi pada ukuran koagulan yang lebih halus karena pada ukuran serbuk yang lebih halus, protein dalam biji kelor lebih cepat larut dalam air sehingga akan membentuk ion positif dari pembentukan ion amfoter (*zwitteriori*) lebih cepat daripada ukuran serbuk yang lebih besar, sehingga akan lebih cepat juga mengalami proses pembentukan flok dengan zat-zat dalam air tersebut jika dibandingkan dengan ukuran koagulan yang lebih besar. Semakin banyak flok yang terbentuk, maka penurunan kadar TDS dan TSS dalam air akan lebih banyak pada saat pengendapan (Pandia, 2005).

**2. Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap % penurunan kadar TDS dan TSS.**

Proses koagulasi dilakukan dengan kecepatan pengadukan yang divariasikan yaitu kecepatan pengadukan lambat (*slow*), sedang (*médium*) dan cepat (*fasi*) masing-masing 3 menit dengan waktu pengendapan 15 menit, volume sampel limbah 100 mL serta ukuran koagulan yaitu A1 (80-100mesh) dan ukuran A2 (>100 mesh) dan massa koagulan 100 mg. Penurunan kadar TDS dan TSS akibat pengaruh kecepatan pengadukan ditunjukkan pada gambar 4.3 berikut ini:





Gambar 4.3 Grafik Pengaruh Kecepatan Pengadukan Terhadap % Kadar TDS dan TSS (Lampiran 7).

Kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap persentase penurunan kadar TDS dan TSS. Penurunan kadar TDS dan TSS optimum terlihat pada gambar 4.3 terjadi pada kecepatan sedang (*médium*) baik untuk ukuran A1 maupun A2. Pada kecepatan pengadukan lambat penurunan kadar TDS dan TSS masih rendah karena kurangnya kecepatan pengadukan dapat mengakibatkan pembentukan flok yang kurang sempurna dalam proses koagulasi sehingga dalam proses pengendapan juga kurang sempurna, sebaliknya jika kecepatan pengadukan terlalu besar atau terlalu cepat dapat mengakibatkan terpecahnya kembali flok-flok yang sudah terbentuk.

### 3. Pengaruh waktu pengendapan terhadap % penurunan kadar TDS dan TSS

Proses koagulasi dilakukan dengan waktu pengendapan yang divariasikan, yaitu waktu pengendapan 15 menit, 45 menit dan 75 menit dengan kecepatan pengadukan sedang selama 3 menit, volume sampel limbah 100mL, ukuran koagulan yaitu ukuran AL(80-100mesh) dan ukuran A2(>100mesh) dan massa koagulan 100 mg.

Waktu pengendapan berpengaruh terhadap persentase penurunan kadar TDS dan TSS. Penurunan TDS dan TSS terjadi pada parameter waktu pengendapan 15 menit untuk TDS dan 75 menit TSS baik untuk ukuran A1 maupun A2. Waktu pengendapan merupakan waktu yang dibutuhkan untuk mengendapkan flok-flok yang sudah terbentuk dalam proses koagulasi. Kadar TDS dalam limbah *laundry* disebabkan oleh berbagai macam zat terlarut yang bersumber dari deterjen yang digunakan, yaitu kationik, anionik dan nonionik. Ion-ion terlarut tersebut berasal dari molekul surfaktan, bahan pembentuk dan bahan-bahan lain yang mengalami ionisasi dalam air alam proses koagulasi dengan serbuk biji kelor, protein kationik dalam biji kelor yaitu gugus  $\beta$ -sitosianat ( $-N=S=C$ ) dengan ion negatif seperti ion fosfat ( $-PO_4^{3-}$ ) akan mengalami gaya van der Waals (Raju 1995 dalam Hasanah, 2008). Dimana gaya van der Waals merupakan gaya yang relatif lemah yang bekerja (tarik-menarik) antarmolekul. Gaya ini sangat lemah jika dibandingkan gaya antar atom (ikatan ion dan ikatan kovalen). Untuk memutuskan gaya tersebut diperlukan energi sekitar 0,4-40 kJ/mol, sedangkan untuk memutuskan ikatan kovalen diperlukan energi sebesar 400 kJ/mol (Permaná, 2009). Energi yang dibutuhkan untuk memutuskan gaya van der Waals sangat rendah atau mudah untuk diputuskan, sehingga jika dibiarkan dalam waktu yang lama ikatan yang sudah terbentuk akan terurai kembali dan kadar TDS akan meningkat. Hal ini disebabkan karena protein kationik akan kembali terlarut dan juga adanya gugus dari protein tersebut yang belum stabil atau masih bermuatan sehingga ikatan yang sudah terbentuk terputus kembali.

Kadar TSS dalam limbah *laundry* disebabkan oleh berbagai macam zat diantaranya lumpur, bakteri, sel-sel mikroorganisme, lemak dan lain-lain. Semakin lama waktu

pengendapan maka kadar TSS yang dapat diturunkan semakin besar. Hal ini disebabkan oleh protein kationik yang bermuatan positif akan tertarik oleh partikel koloid yang bermuatan negatif seperti, lumpur, bakteri dan lain-lain. Dari ikatan antara partikel koloid dan protein kationik akan membentuk flok. Flok-flok kecil yang sudah terbentuk dalam proses koagulasi menggunakan serbuk biji kelor akan mengalami proses flokulasi flok yang akan mengendap jika dibiarkan dalam waktu tertentu, partikel-partikel koloid yang sudah berikatan dengan protein kationik membutuhkan waktu yang lebih lama untuk terurai kembali, karena ukuran partikel-partikel tersebut lebih besar dari ukuran zat terlarut.

#### **4. Pengaruh perbandingan massa koagulan dengan volume sampel terhadap % penurunan kadar TDS dan TSS**

Proses koagulasi dilakukan dengan perbandingan massa koagulan terhadap volume sampel limbah yang divariasikan yaitu volume 100 mL, 150 mL dan 200 mL dengan massa koagulan tetap 100 mg, kecepatan pengadukan sedang (*medium*) selama 3 menit, dan waktu pengendapan 15 menit.

Dengan meningkatnya volume limbah pada massa koagulan yang tetap maka % penurunan kadar TDS dan TSS semakin turun. Hal tersebut disebabkan apabila semakin banyak volume sampel maka kandungan zat-zat terlarut maupun yang tidak terlarut akan semakin tinggi dan kandungan tersebut melebihi kemampuan optimum yang mampu digumpalkan oleh koagulan serbuk biji kelor dengan massa tetap 100 mg.

Dari hasil penelitian ini, proses koagulasi yang efektif untuk menurunkan kadar TDS dan TSS dari limbah *laundry* adalah ukuran serbuk A2 (>100 mesh), kecepatan pengadukan sedang, waktu pengendapan 15 menit dan volume sampel limbah 100 mL untuk 100 mg koagulan, dimana % penurunan TDS sebesar 74.07% dari 270000 mg/L menjadi 70000 mg/L dan % penurunan TSS sebesar 82.14 % dari 56000 mg/L menjadi 10000 mg/L. TDS dan TSS setelah proses koagulasi masih jauh dari standar kualitas air limbah, yaitu 1000-50000 mg/L untuk TDS dan 100-500 mg/L untuk TSS. Untuk dapat mencapai kriteria standar kualitas air limbah yang harus dilakukan adalah menambahkan massa koagulan dalam proses koagulasi.

#### **SIMPULAN**

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dalam penelitian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Ukuran koagulan serbuk biji kelor, kecepatan pengadukan, waktu pengendapan dan perbandingan massa koagulan terhadap volume sampel berpengaruh terhadap persentase penurunan kadar TDS dan TSS. Kondisi optimum diperoleh pada ukuran serbuk koagulan > 100 mesh, kecepatan pengadukan sedang, waktu pengendapan 15 menit dan perbandingan massa koagulan terhadap volume sampel 1:19 (mg/mL).
2. Serbuk biji kelor sebagai koagulan efektif menurunkan kadar TDS dan TSS dalam limbah laundry yaitu dengan penurunan kadar TDS 74,07% dan kadar TSS 89,29%.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Alaerts, G dan Santika, S.S. 1994. *Melada Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Bey, H.H. 2010. *All Things Moringa The Story an Amazing Tree of Tree*. [www.allthingsmoringa.com](http://www.allthingsmoringa.com).
- Fahey, J.W. 2005. *Moringa Oleifera: A Review of The Medical Evidence For Its Nutritional, Therapeutic and Prophylactic Properties, Part 1*. Publikasi: <http://www.tljournal.org>.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air & Udara*. Bogor: Kanisius
- Gidde M. R. and Bhalerao A. R. 2008. *Moringa Oleifera - A Multipurpose Tree And A Natural Coagulant*, Review Article. Department of Civil Engineering B.Y.U. College of Engineering, Pune.

- Hidayat, S. 2006. *Pemberdayaan Masyarakat Bantaran Sungai Lematang dalam Menurunkan Kekeruhan Air dengan Biji Kelor (Moringa oleifera Lam.) sebagai Upaya Pengembangan Proses Penjernihan Air*. Malang: Program Studi Setara Jurusan Pendidikan Biologi Universitas Negeri Malang.
- Howart, S. 2011. *Moringa: The Science Behind The Miracle Tree*. Publikasi: <http://www.scienceinschool.org> di akses tanggal 8-8-2011
- Khasanah, U. 2008. *Efektifitas Biji Kelor (Moringa Oleifera, Lamk) Sebagai Koagulan Fosfat Dalam Limbah Cair Rumah Sakit (Studi Kasus di RSUD Dr. Saiful Anwar Malang)*. Skripsi. UIN Malang. Publikasi: <http://digilib.unimus.ac.id>
- Mukarromah, L. 2008. *Efektifitas Bioflokulan Biji Kelor (Moringa Oleifera, Lamk) Dalam Mengurangi Kadar Cr(VI)*. Skripsi. UII Malang. Publikasi: <http://digilib.unimus.ac.id>
- Pandia, S dan Amir H. 2005. *Pengaruh Massa Koagulan Dan Ukuran Biji Kelor Pada Proses Penjernihan Air*, Jurnal Teknologi Proses. Universitas Sumatera Utara. hal 26-23 ISSN 1412-7814.
- Pillai, J. 1997. *Flocculants And Coagulants: The Keys To Water And Waste Management In Aggregate Production*. Nalco Company. Published: <http://www.bioline.org>.
- Pinandari, A.W. 2011. Uji Efektifitas Dan Filter Biomassa Menggunakan Sabut Kelapa (*Cocos Nucifera*) Sebagai Bioremoval Untuk Menurunkan Kadar Logam (Cd, Fe, Cu) Total Padatan Tersuspensi (TSS) Dan Meningkatkan Ph Pada Limbah Air Asam Tambang Batu Bara. Vol 1. No. ISSN 2089-9122.
- Price, M.L. 2007. *The Moringa Tree; An ECHO Techical Note*. Publikasi: <http://www.echonet.org>.
- Rambe, A.M. 2009. *Pemanfaatan Biji Kelor (Moringa Oleifera) Sebagai Koagulan Alternatif Dalam Proses Penjernihan Limbah Cair Industri Tekstil* Tesis. Universitas Sumatera Utara. Publikasi: <http://jst.eng.unri.ac.id>
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Pendidikan; Pendekatan Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sukarman, K. Dan Hendrayanto D. 2011 *Laundry excellence (Water, Detergency Linen Circulation)* Publikasi: <http://www.iclean.co.id>