

Biokoagulan Biji Trembesi (*Samanea saman*) dan Daun Mimba (*Azadirachta indica*) dalam Mengolah Air Limbah Industri Asam Fosfat

Emeralda Eka Putri Setyawati^{1*}, Adhi Setiawan¹, Tanti Utami Dewi¹

¹Program Studi Teknik Pengolahan Limbah, Jurusan Teknik Permesinan Kapal, Politeknik Perkapalan Negeri Surabaya, Surabaya 60111

*E-mail : emeralda.setyawati@student.ppns.ac.id

Abstrak

Industri asam fosfat menghasilkan air limbah yang berasal dari *Sulphuric Acid Plant*, *Phosphoric Acid Plant*, dan *Granulated Gypsum Plant*. Air limbah yang dihasilkan dari masing-masing plant dilakukan pengolahan dengan metode koagulasi dan flokulasi. Penggunaan koagulan sintetik yang digunakan pada industri asam fosfat dapat menyebabkan dampak terhadap lingkungan dan kesehatan. Koagulan alami biji trembesi dan daun mimba dipilih karena dapat menurunkan kadar pencemar tanpa memberikan dampak terhadap lingkungan dan kesehatan. Polimer koagulan alami lebih kuat dalam pengikatan flok ketika aliran turbulen. Reaksi yang terjadi pada koagulan alami yaitu polielektrolit, yang mampu membentuk flok lebih kuat karena terjadi mekanisme *double layer*, flokulasi, adsorpsi-netralisasi muatan, dan adsorpsi-*bridging*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar persentase penurunan kadar pencemar pada air limbah industri asam fosfat dengan menggunakan koagulan biji trembesi dan daun mimba. Penambahan biji trembesi dan daun mimba sebagai koagulan dalam fasa larutan. Proses pembuatan koagulan diawali dengan penghilangan bagian-bagian yang tidak diinginkan, penumbukan masing-masing serbuk biji trembesi dan daun mimba sebesar 40 mesh, ekstraksi soxhlet dan evaporasi dengan *vacum rotary evaporator*, jar test, dan analisis parameter. Variasi dosis yang digunakan pada proses *jar test* yaitu 50 mL/L, 75 mL/L, 100 mL/L, dan 125 mL/L. Konsentrasi terbaik penambahan koagulan didapat pada variasi 125 mL/L. Komposisi larutan kombinasi koagulan alami yaitu 50% biji trembesi dan 50% daun mimba. Efisiensi removal yang dihasilkan TSS, fosfat, dan *fluoride* berturut-turut sebesar 49,34 %, 53,40 %, 82,86 %.

Kata kunci: koagulan alami, biji trembesi (*Samanea saman*), daun mimba (*Azadirachta indica*), industri asam fosfat, air limbah.

1. PENDAHULUAN

Asam fosfat diproduksi sebagai bahan baku pupuk untuk memenuhi kebutuhan pupuk nasional, tercatat kebutuhan pupuk kategori fosfat (SP – 36) sebanyak 450.576 ton/tahun (APPI, 2018). Pendirian industri asam fosfat mengurangi biaya import dikarenakan sudah dapat memproduksi sendiri. Limbah yang dihasilkan adalah akumulasi dari semua plant yang saluran bermuara pada IPAL. Apabila tidak dilakukan pengolahan terlebih dahulu maka dapat merusak ekosistem perairan dan kesehatan. Kandungan dalam air limbah industri asam fosfat yaitu TSS, fosfat, dan fluorida yang masih di atas baku mutu yang dipersyaratkan (IPLC industri asam fosfat, 2018).

Penelitian terhadap koagulan alami menunjukkan hasil yang baik dalam proses koagulasi. Koagulan alami mampu mengolah air limbah industri sesuai baku mutu yang dipersyaratkan. Kecenderungan stabilitas tingkat keasaman air limbah yang diolah, sludge yang dihasilkan lebih sedikit dan aman terhadap kesehatan dan lingkungan. tanpa memberikan dampak samping dari sisi kesehatan dan lingkungan. Yin (2010) menyatakan bahwa apabila dibandingkan dengan polimer koagulan sintesis, polimer koagulan alami lebih kuat dalam pengikatan flok pada saat aliran turbulen. Vijayaraghavan (2011) dalam penelitiannya menyatakan ada empat mekanisme yang menunjang bahwa koagulan alami mampu mengikat flok dengan baik melalui mekanisme *double layer*, flokulasi, adsorpsi – netralisasi muatan, dan adsorpsi – *bridging*.

Biji Trembesi (*Samanea saman*) dan daun Mimba (*Azadirachta indica*) adalah salah satu alternatif kombinasi koagulan alami sebagai pengganti koagulan sintesis yang mudah di temukan di daerah tropis. Penelitian terdahulu terkait dengan biji trembesi telah dilakukan dalam penurunan kadar fosfat pada industri pupuk. Utami (2011) menyatakan bahwa pada kondisi pH 2 dengan dosis 50 mg/L biji trembesi mampu menurunkan kadar fosfat sebesar 45,67%. Kombinasi biji trembesi dan daun mimba dapat meningkatkan efisiensi removal dari fosfat dan juga beberapa penelitian yang menyatakan bahwa daun mimba mampu menurunkan parameter *fluoride* pada air limbah. Devatha, 2016 dalam Saxena menyatakan bahwa *azadirachta indica* mampu menurunkan fosfat sebesar 98,08% pada air limbah domestik. Swathy (2017) menyatakan pada kadar 10g/L daun mimba mampu menurunkan kadar fluorida sebesar 85% pada air tanah. Jamode (2004) dalam penelitiannya daun mimba mampu menurunkan kadar *fluoride* sebesar 80% pada air limbah terkontaminasi *fluoride*.

2. METODE

Metodologi adalah tahap– tahap yang dilakukan pada penelitian. Metode penelitian dimulai dengan tahap persiapan alat dan bahan, persiapan sampel, pembuatan kombinasi koagulan alami, dan pelaksanaan jar test. Kemudian dilanjutkan pembahasan dan penarikan kesimpulan.

a. Persiapan Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang akan digunakan dipersiapkan terlebih dahulu. Peralatan yang digunakan yaitu alu dan mortar, ayakan 60 mesh, satu set soxhlet, vacuum rotary evaporator, satu set labu kjeldahl, spektrofotometer, dan pH meter. Bahan yang digunakan yaitu aquades, NaCl (Mercks), NaOH (Mercks), Ethanol 70%, larutan uji masing–masing parameter.

b. Persiapan Sampel

Sampel limbah cair industri asam fosfat diambil dari inlet tangki koagulasi industri asam fosfat (*neutralized water*). Pengujian konsentrasi awal dilakukan pada sampel yang meliputi PO_4 (Fosfat), TSS (*Total Suspended Solid*), dan *Fluoride*. Pengujian dilakukan untuk mengetahui kandungan sampel yang akan digunakan dalam percobaan.

c. Pembuatan Kombinasi Koagulan Alami

Biji Trembesi dipisahkan dari kulit polongnya, kemudian biji coklat tua yang masih bercampur dengan wax dicuci hingga bersih. Biji yang berwarna coklat tua kemudian dilakukan pengupasan sehingga didapatkan biji trembesi yang berwarna kuning. Biji yang telah dipisahkan tersebut kemudian dihaluskan dan disaring dengan ayakan 60 mesh. Proses pada daun mimba yaitu pencucian dan penjemuran di bawah terik matahari selama sehari. Kedua bahan tersebut kemudian dihaluskan dan disaring dengan ayakan 60 mesh.

Kedua bubuk lalu ditimbang masing – masing sesuai variasi massa 5 gram dan 10 gram untuk biji trembesi, 10 gram dan 15 gram untuk daun mimba. Bubuk tersebut kemudian dibungkus dengan kertas saring untuk dilakukan proses ekstraksi. Ekstraksi dengan pelarut NaCl 1M untuk biji trembesi dan ethanol 70% untuk daun mimba. Ekstraksi dengan soxhlet selama 15x cycle. Pemisahan Pelarut dan pemekatan dilakukan dengan *vacuum rotary evaporator* yang kemudian dilakukan proses jar test.

d. Pelaksanaan Jar Test

Komposisi kombinasi koagulan yaitu 50% larutan daun mimba dan 50% larutan biji trembesi. Disiapkan 1L sampel air limbah yang ditambahkan koagulan kombinasi dengan volume berbeda-beda pada setiap gelas beaker sesuai variasi. Digunakan variasi konsentrasi kombinasi koagulan alami yaitu 50 mL/L, 75 mL/L, 100 mL/L, 120 mL/L. Urutan penambahan koagulan yaitu daun mimba terlebih dahulu, kemudian ditambahkan larutan biji trembesi. Gelas beaker tersebut kemudian diaduk pada dua jenis kecepatan yang terdiri dari pengadukan cepat selama 2 menit dilanjutkan pengadukan lambat selama 15 menit. Larutan yang telah diaduk kemudian didiamkan selama 30 menit untuk mengendapkan flok – flok yang telah terbentuk. Setelah pengendapan, dilakukan pemisahan filtrat dengan endapannya.

e. Analisis Parameter TSS, Fosfat, dan Fluoride

Analisis penurunan kadar pencemar dilakukan pada parameter Fosfat, TSS, dan Fluorida. Analisis konsentrasi TSS dilakukan dengan menggunakan metode gravimetri sesuai dengan SNI 06- 6989.3-2004. Analisis kandungan fosfat dilakukan dengan metode spektrofotometri berdasarkan SNI 06-6989.31-2005. Analisis kandungan *Fluoride* pada sampel uji menggunakan metode spektrofotometri sesuai dengan SNI 06-6989.29-2005.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

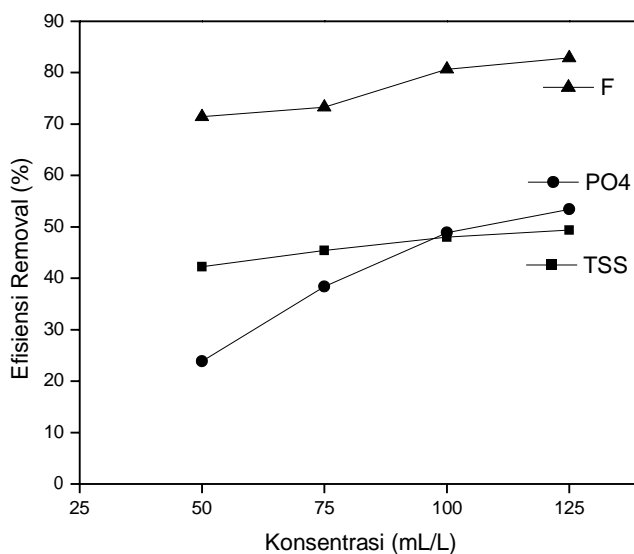
Analisis parameter awal bertujuan untuk mengetahui konsentrasi fosfat, fluorida, dan TSS pada air limbah industri asam fosfat. Efektifitas removal kombinasi koagulan alami ini perlu dilakukan pengujian karakteristik awal fosfat, *fluoride*, dan TSS pada air limbah. Pembahasan ini, akan diketahui besarnya penurunan kadar PO_4 , TSS, dan *Fluoride* pada sampel air limbah sebelum dan sesudah dilakukan pembubuhan kombinasi koagulan alami biji trembesi dan daun mimba. Kombinai koagulan alami yang digunakan yaitu murni dari hasil ekstaksi yang telah dipisahkan dari pelarutnya dan dipekatkan. Perbandingan karakteristik awal air limbah, karakteristik akhir effluent, dan baku mutu dapat diamati pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil analisis konsentrasi TSS, fosfat, dan fluoride

Parameter	Konsentrasi			Satuan	Metode
	Karakteristik Awal Air Limbah	Karakteristik Akhir Effluent	Baku Mutu		
TSS	211	106,89	100	mg/L	SNI 06-6989.3-2004
Fosfat	63	29,35	20	mg/L	SNI 06-6989.31-2005
Fluorida	108	18,51	15	mg/L	SNI 06-6989.29-2005

Tabel 1 merupakan hasil perbandingan pengujian karakteristik awal, akhir effluent, dan baku mutu. Kolom karakteristik awal air limbah merupakan hasil yang terukur berdasarkan pengujian laboratorium. Karakteristik akhir effluent didasarkan pada baku mutu IPLC (ijin pengolahan limbah cair) industri asam fosfat.

Variasi dosis yang ditambahkan yaitu 50 mL/L, 75 mL/L, dan 125 mL/L. Telah terjadi penurunan kadar parameter TSS, fosfat, dan *fluoride* terhadap penambahan koagulan alami. Effluent yang dihasilkan pada dosis 125 mL/L masih belum memenuhi baku mutu IPLC industri asam fosfat. Efisiensi removal pada masing – masing parameter juga mengalami perbedaan. Perbandingan efisiensi removal pada masing – masing parameter dapat diamati pada Gambar 1.



Gambar 1 Efisiensi removal terhadap konsentrasi koagulan alami

Penambahan kombinasi koagulan alami biji trembesi dan daun mimba dengan konsentrasi optimum yaitu 125 mL/L yang dapat mengikat zat-zat pencemar dalam air limbah lebih baik daripada variasi yang lainnya. Grafik efisiensi removal terhadap konsentrasi penambahan koagulan alami menghasilkan persentase berbeda. Penambahan 125 mL/L larutan koagulan alami pada parameter TSS menghasilkan efisiensi removal sebesar 49,34%. Parameter fosfat menghasilkan efisiensi removal sebesar 53,40%. Efisiensi removal parameter *fluoride* sebesar 82,86%. Hasil persentase removal parameter *fluoride* merupakan yang paling baik daripada TSS, dan fosfat.

Dosis koagulan merupakan salah satu faktor penting yang telah dipertimbangkan untuk menentukan kondisi optimum dari koagulan dalam proses koagulasi-flokulasi. Konsentrasi penambahan koagulan alami akan berdampak pada kecenderungan efektif dan tidaknya ketika kontak langsung dengan air limbah. Mekanisme koagulasi dalam tumbuhan Biji Trembesi dan daun mimba berpotensi menurunkan kekeruhan dalam air karena

memiliki kandungan protein yang terkandung pada masing – masing tumbuhan. Proses koagulasi – flokulasi pada senyawa protein terjadi apabila terdapat gugus penyusun asam amino.

Hendricks (2006) menyatakan bahwa beberapa bagian permukaan senyawa mengionisasi kemudian menyebabkan suatu permukaan bermuatan yang disebabkan karena pada senyawa protein mengandung gugus karboksil (-COOH) dan amina (NH₂). Asam amino yang mendominasi pada biji trembesi yaitu sistin, lisin, dan metionin (Hagan, 2013). Asam amino yang mendominasi pada daun mimba yaitu alanin, sistin, asam aspartik, asam glutamik, dan tirosin (Neem Foundation, 2014).

Ketika penambahan koagulan kondisi pH basa menghasilkan ion – ion bermuatan positif. Sedangkan penambahan koagulan kondisi pH asam menghasilkan ion – ion bermuatan negatif (Hendricks, 2006). Asam amino pada sebagai koagulan alami pada air limbah dilakukan pada suasana pH basa, sehingga ion – ion bermuatan positif berperan sebagai ion cationic yang akan mengikat ion – ion negatif pada air limbah. Setelah terjadi mekanisme elektrostatis, zeta potensial menunjukkan nilai 0 yang akan terjadi proses *bridging*. Proses *bridging* yaitu kondisi dimana flok saling berikatan satu sama lain.

Amran (2018) menyatakan bahwa *bridging* polimer didahului oleh adsorpsi polimer yang merupakan proses di mana polimer dengan rantai panjang menempelkan dirinya pada permukaan partikel koloid karena afinitas yang ada di antara mereka. Beberapa bagian dari polimer yang terpasang ke partikel sedangkan bagian yang tidak terikat akan membentuk loop dan ekor (Bolto dalam Amran, 2018). Loop dan ekor ini adalah struktur utama dari jembatan polimer karena memungkinkan ikatan dengan partikel koloid lain sehingga membentuk flok yang lebih besar. Penelitian ini mampu menurunkan kadar TSS sebesar 49,34 %, Fosfat sebesar 53,40 %, dan *fluoride* sebesar 82,86%. Variasi 125 mL/L dosis penambahan koagulan alami belum mampu menurunkan kadar pencemar sesuai baku mutu industri asam fosfat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa kadar terbaik kombinasi koagulan alami Biji Trembesi (*Samanea saman*) dan daun Mimba (*Azadirachta indica*) mimba dalam menurunkan kadar TSS, fosfat, dan *fluoride* yaitu 125 mL/L dengan efisiensi removal berturut – turut sebesar 49,34 %, 53,40 %, 82,86 %. Penurunan kadar pencemar masing – masing parameter dengan konsentrasi 125 mL/L masih belum di bawah baku mutu.

5. DAFTAR PUSTAKA

Amran, Amir Hafiz., Nur Syamimi Zaidi, Khalida Muda, Liew Wai Loan, 2018. *Effectiveness of Natural Coagulant in Coagulation Process : A Review*. International journal of Engineering & Technology. 7 (3.9) (2018) : 34 – 37.

APPI (Asosiasi Produsen Pupuk Indonesia), 2018. *Supply and Demand Statistic Data*.

<https://www.appi.or.id/?statistic>. [Diakses pada 5 Mei 2019]

Hendricks, David. 2006. *Water Treatment : Unit Processes Physical and Chemical*. Boca Raton : Taylor and Francis Group.

IPLC Industri Asam Fosfat, 2018. PT. Petro Jordan Abadi : Gresik.

Jamode, V A., V. S. Sapkal, V. S. Jamode, 20014. *Defluoridation of water using inexpensive adsorbents*. Maharashtra : J. Indian Inst. Sci., Sept.–Oct. 84 (2004) : 163–171.

Neem Foundation, 2014. *Chemistry of Neem*. <https://www.neemfoundation.org/about-neem/chemistry-of-neem/>. [Diakses pada 21 Juni 2019].

Saxena, Gaurav., Ram Naresh Baraghava, 2019. *Bioremediation of industrial Waste for Environment Safety. Volume 1 : Industrial waste and its management*. London : Springer Nature Pte ltd.

Susanti, Erna, 2014. *Prarancangan Pabrik Asam Fosfat dengan Proses Nissan Kapasitas 150.000 ton / tahun*. Surakarta. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

- Swathy, P., Swathy, M R., Anitha K., 2017. *Defluoridation of Water Using Neem (Azadirachta indica) Leaf as Adsorbent*. Vol-3 4 (2017). IJARIE-ISSN(O)-2395-4396.
- Tripathy, Tridip., Bhudep Ranjan De., 2006. *Flocculation : A New Way to Treat Waste Water*. *Journal of Physical Science*. 10,(2006) : 93 – 127.
- Utami, Siti Dewi Ratna, 2011. *Uji kemampuan Koagulan Alami dari Ekstrak Biji Trembesi (Samanea saman), Biji Kelor (Moringa Oleifera), dan Kacang Merah (Phaseolus vulgaris) dalam proses penurunan Kadar Fosfat pada Limbah Cair Industri Pupuk*. Surabaya. Jurusan Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan : ITS.
- Vijayaraghavan, 2013. *Application of Plant Based Coagulants for Waste Water Treatment*. IJAERS/Vol. I/ Issue I/October-December, 2011/88-92.
- Yin C. Y., 2010. *Emerging Usage of Plant – Based Coagulants for Water and Waste Water*. *Process Biochemistry* 45 : 1437 – 1444.

Halaman ini sengaja dikosongkan