

Aplikasi Koagulan *Polyaluminium Chloride* dari Limbah Aluminium Kemasan Susu Terhadap Parameter TSS dan pH pada Limbah Cair Industri Kimia

Aulia Binta Safira¹, Nora Amelia Novitrie^{1*}, Novi Eka Mayangsari¹

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

*E-mail : noranovitrie@ppns.ac.id

Abstrak

Limbah kemasan *multilayer* termasuk limbah padat yang banyak ditemukan pada kemasan susu. Aluminium yang terkandung dalam kemasan susu dapat dimanfaatkan dalam pembuatan koagulan *Polyaluminium Chloride*. Lembaran aluminium dalam limbah kemasan dilakukan pemanasan menggunakan larutan asam oksalat kemudian diekstrak menggunakan HCl 37% pada temperatur ruang dan menghasilkan monomer $AlCl_3$. Monomer $AlCl_3$ yang terbentuk dipolimerisasi dengan menambahkan Na_2CO_3 25% lalu didiamkan selama 24 jam sehingga memperoleh hasil koagulan PAC. Koagulan PAC hasil penelitian dibandingkan dengan PAC komersial dalam proses uji *performance* untuk menentukan persentase performa penyisihan PAC terhadap kadar TSS dan pH pada Limbah Cair Industri Kimia. Koagulan PAC hasil penelitian menurunkan kadar TSS sebesar 96,58% sedangkan PAC komersial sebesar 95,65%. pH pada penelitian ini tidak mengalami penurunan yaitu tetap sebesar 6 atau netral. Hasil parameter TSS dan pH memenuhi syarat Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah untuk Industri Asam Fosfat.

Keywords : Aluminium, *Polyaluminium Chloride*, Koagulan, TSS (*Total Suspended Solid*).

1. PENDAHULUAN

Penggunaan kemasan sekali pakai berlapis aluminium foil seperti kemasan susu bubuk dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Susu bubuk dari berbagai merk umumnya dikemas dengan lembaran aluminium foil yang telah dilaminasi. Kemasan susu bubuk biasanya dibuang begitu saja oleh konsumen ketika tidak dibutuhkan lagi, sehingga membuat peluang terjadinya pencemaran karena kemasan ini sangat sulit terurai oleh mikroorganisme yang terdapat di dalam tanah. Salah satu upaya untuk menanggulangnya yaitu melakukan pemisahan antara lapisan aluminium dengan lapisan plastik. Hasil aluminium dari proses pemisahan dapat dioptimalkan menjadi koagulan *Polyaluminium Chloride* (PAC) cair

Proses pemisahan aluminium dilakukan dengan pendekatan metode *green solvent* atau menggunakan pelarut yang ramah lingkungan yaitu asam oksalat. Koagulan PAC sebagai penjernih air berupa cairan jernih kekuningan yang telah digunakan secara luas sebagai flokulan baik untuk air sungai maupun air limbah industri (Rahman, 2018). Dalam penelitian ini bahan baku pembuatan PAC diperoleh dari limbah aluminium kemasan susu bubuk dengan melarutkan potongan limbah kedalam *green solvent* kemudian diekstraksi menggunakan HCl 37% dan dipolimerisasi dengan menambahkan larutan Na_2CO_3 25%. Menurut Kurniawan (2017) PAC sangat baik dalam menghilangkan kekeruhan dan warna. PAC mampu memadatkan dan menghentikan penguraian flok, tidak menjadi keruh bila pemakaiannya berlebih, serta sedikit mempengaruhi pH. Pada penelitian yang telah dilakukan oleh Bagaswara, (2017) koagulan PAC dapat menyisihkan TSS sebesar 93,30% pada air limbah.

Koagulasi merupakan penambahan zat kimia (koagulan) kedalam air baku dengan tujuan mendestabilisasi partikel koloid, sehingga partikel-partikel tersebut dapat membentuk flok halus. Flokulasi merupakan proses penggumpalan partikel yang terdestabilisasi menjadi flok dengan ukuran lebih besar (Agusta, 2022). Tujuan pada penelitian ini yaitu menganalisis perbandingan efisiensi koagulan PAC hasil penelitian dengan PAC komersial dalam kinerjanya terhadap limbah cair industri kimia khususnya pada parameter TSS dan pH. Pemanfaatan kembali kandungan Aluminium yang ada pada kemasan susu diharapkan dapat berfungsi sebagai bahan baku koagulan PAC sekaligus dapat mengurangi volume limbah yang sulit terurai.

2. METODE

2.1 Persiapan Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu kondensor refluks, labu leher 3, pompa vacum, glassware dan alat jartest. Bahan yang digunakan yaitu limbah kemasan susu, asam oksalat anhidrat ($H_2C_2O_4$), Natrium Karbonat (Na_2CO_3) analisis MERCK Germany, dan KOH merk WAKO.

2.2 Preparasi Limbah Kemasan *Multilayer* dan Pembuatan Koagulan PAC

Pengambilan limbah kemasan susu dilakukan dengan pengumpulan disekitar tempat tinggal. Limbah kemasan susu yang diperoleh dicuci dan digunting menjadi bagian kecil 1x1 cm. Proses pemisahan dilakukan dengan pemanasan menggunakan kondensor dan labu leher 3. Pelarut asam oksalat dimasukkan kedalam labu leher 3 sebanyak 300 mL kemudian dimasukkan potongan kemasan susu sebanyak 5 gr. Pemanasan dilakukan dengan temperatur 100°C. Koagulan PAC dibuat dengan mereaksikan potongan limbah kemasan *multilayer* kedalam larutan HCl yang memiliki konsentrasi 37%. Potongan limbah kemasan dimasukkan kedalam erlenmeyer sebanyak 2 gr dan ditambah HCl 37% sebanyak 25 mL dan didiamkan sampai tidak terdapat gelembung dan aluminium larut sempurna. Setelah itu disaring menggunakan pompa vacum dan corong bunchner sehingga menghasilkan larutan $AlCl_3$ berwarna kuning transparan. Filtrat yang diperoleh dilakukan polimerisasi dengan menambahkan larutan Na_2CO_3 25% sebanyak 10 mL hingga tidak terbentuk gelembung gas dan terdapat sedikit endapan, lalu melakukan proses hidrolisis selama 24 jam agar polimerisasi berjalan sempurna.

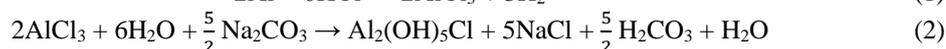
2.3 Uji Performance

Proses uji *performance* dilakukan menggunakan metode *jartest*. Air limbah yang digunakan pada proses *jartest* yaitu limbah cair industri kimia dengan pH asam yaitu 3. Agar proses koagulasi berjalan dengan baik, maka harus dilakukan optimalisasi pH untuk memastikan diterimanya nilai pH dalam sistem distribusi dari koagulan. Nilai pH air limbah di *adjust* menjadi 6 menggunakan larutan KOH 5%. Air limbah kemudian dimasukkan kedalam 2 gelas beaker masing masing 1000 mL. Koagulan PAC sebanyak 1 mL dimasukkan kedalam masing masing gelas beaker (Ilyas, 2018). PAC yang digunakan yaitu PAC hasil penelitian dan PAC komersial. Kemudian proses pengadukan cepat dilakukan selama 1 menit dengan kecepatan 120 rpm dan pengadukan lambat dilakukan selama 10 menit dengan kecepatan 45 rpm. Limbah cair kemudian diendapkan selama 1 jam dan disaring menggunakan pompa vacum kemudian filtrat yang dihasilkan dianalisis dengan parameter TSS dan pH.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Proses Pemisahan dan Pembuatan PAC

Bahan baku dalam pembuatan PAC pada penelitian ini yaitu aluminium pada limbah kemasan susu yang telah dipisah dengan lapisan plastik. Tujuan pelepasan lapisan plastik yaitu agar memudahkan dalam proses ekstraksi logam Al dari limbah aluminium. Limbah kemasan dicuci bersih dan dipotong menjadi bagian kecil, hal tersebut dilakukan untuk memperluas permukaan bidang sentuh sehingga logam Al dapat bereaksi dengan cepat dan sempurna saat diekstrak. Pembuatan PAC dilakukan dengan mereaksikan lembaran aluminium dengan HCl 37% kemudian menghasilkan monomer $AlCl_3$ dan timbulnya gelembung gas H_2 sebagai hasil samping. $AlCl_3$ merupakan larutan jernih kekuningan. Menurut Kurniawan (2017), warna kuning berasal dari logam lain yang terekstrak dengan HCl 37% seperti logam Fe. Monomer $AlCl_3$ yang terbentuk dipolimerisasi dengan menambahkan Na_2CO_3 25% hingga tidak lagi terbentuk gelembung gas dan sedikit terdapat endapan. Campuran tersebut didiamkan selama 24 jam dengan suhu ruang untuk menyempurnakan polimerisasi dan terbentuklah koagulan PAC. Wujud fisik PAC yang diperoleh berwarna jernih kekuningan, hal tersebut sesuai dengan SNI 3822:2018 tentang syarat mutu PAC cair. Adapun reaksi pembentukan monomer $AlCl_3$ dan polimer PAC dapat dilihat pada reaksi sebagai berikut:



3.2 Karakteristik PAC

Koagulan PAC hasil penelitian dikarakterisasi meliputi analisis Al_2O_3 dan pH. Pengukuran pH dilakukan berdasarkan SNI 3922:2018. Pengukuran kadar Al_2O_3 dalam PAC dilakukan menggunakan metode titrasi kompleksometri. Hasil karakteristik PAC hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Perbandingan karakteristik PAC hasil penelitian dengan SNI

Parameter	PAC	SNI 3822:2018
Al_2O_3 (%)	0,879	8,0-14,0

pH 4 3,5-5,0

Hasil pada Tabel 1 menunjukkan bahwa pada parameter Al_2O_3 kadar yang dihasilkan oleh PAC hasil penelitian masih jauh dibawah ketentuan SNI. Rendahnya kadar Al_2O_3 disebabkan oleh HCl 37% yang masih kurang optimum dalam mengekstrak semua aluminium pada kemasan susu (Kurniawan, 2017). Kadar Al_2O_3 pada PAC yang dihasilkan oleh penelitian Kurniawan, (2017) memiliki nilai sebesar 1,07% dimana hasil tersebut juga belum memenuhi syarat mutu PAC cair tetapi dapat menurunkan TSS dengan efektivitas 97,98%.

3.3 Uji Performance PAC pada Air Limbah

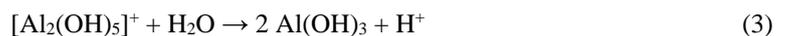
Koagulan PAC hasil penelitian diujikan pada air limbah industri kimia untuk memperbaiki kualitas air limbah melalui penurunan TSS dan pH. Air limbah dari industri kimia sebelum dilakukan koagulasi memiliki karakteristik TSS sebesar 122,54 mg/L. Hasil persen performa penyisihan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil analisis air limbah sebelum dan setelah koagulasi

Parameter	Efisiensi penyisihan PAC hasil penelitian (%)	Efisiensi penyisihan PAC komersial (%)	Persen perbedaan performa penyisihan (%)
TSS	96,58	95,69	0,89
pH	6	6	0

Data yang ada pada Tabel 2 menunjukkan bahwa parameter TSS pada air limbah mengalami penurunan yang besar dengan persentase 96,58% setelah ditambahkan koagulan PAC hasil penelitian sedangkan 95,69% setelah ditambahkan PAC komersial. Pada penelitian ini, hasil koagulan PAC memiliki kinerja yang 0,89% lebih unggul daripada PAC komersial untuk menurunkan kadar TSS. Penurunan TSS terjadi karena flok yang terbentuk pada saat koagulasi mengandung partikel koloid tersuspensi yang sebelumnya terdispersi pada air limbah (Kurniawan, 2017). Kadar TSS air limbah yang dihasilkan setelah dilakukan koagulasi yaitu 4,18 mg/L untuk PAC hasil penelitian. Nilai tersebut sudah sesuai dengan baku mutu limbah industri kimia menurut PERGUB JATIM No. 72 th 2013.

Pada parameter pH setelah koagulasi mengalami nilai yang sama dengan nilai sebelum dilakukan koagulasi yaitu 6 atau netral. Menurut Hasna (2020), Penggunaan koagulan PAC tidak menyebabkan penurunan pH air yang tajam pada proses pengolahannya. Hal ini dapat dilihat dari reaksi yang terjadi antara PAC dengan air :



Berdasarkan reaksi hidrolisis tersebut, reaksi PAC dalam air hanya melepas 1 ion H^+ . Oleh karena itu, pengolahan air yang menggunakan koagulan PAC tidak menyebabkan penurunan pH yang tinggi. Performa koagulan PAC hasil penelitian dan PAC komersial tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap penurunan air limbah pada penelitian ini. Perbandingan air limbah sebelum dan sesudah koagulasi ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan Air Limbah sebelum (kiri) dan sesudah (kanan) koagulasi

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat ditentukan pada penelitian ini yaitu limbah kemasan susu dapat dijadikan bahan baku pembuatan koagulan PAC. Koagulan PAC hasil penelitian memiliki kadar Al_2O_3 sebesar 0,879 g/mL. Koagulan PAC hasil penelitian digunakan untuk uji *performance* menggunakan metode *jarrest* lalu dibandingkan dengan kinerja PAC komersial. Koagulan PAC hasil penelitian berhasil menurunkan kadar TSS air limbah industri kimia sebesar 96,58 % sedangkan PAC komersial menurunkan TSS sebanyak 95,69 %. Parameter pH setelah koagulasi mengalami nilai yang sama dengan nilai sebelum dilakukan koagulasi yaitu 6 atau netral. Hasil tersebut menunjukkan bahwa PAC hasil penelitian ini dapat diaplikasikan pada air limbah karena kinerjanya dapat dibandingkan dengan PAC komersial.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Agusta, H., Putra, M. A., Advenia, D., Kurniawati, N., & Surawan, T. 2022. Sintesis *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dengan Variasi pH dari Limbah Kaleng Minuman Sebagai Penjernih Air. *Jurnal Teknologi*. 9(2), 43-51.
- Bagaswara, T., Sudarno, S., & Sari, A. A. 2017. Penyisihan COD dan TSS pada Lindi Hitam dengan Menggunakan Koagulasi, Fenton, dan Adsorpsi pada Proses Pretreatment Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Bioetanol. *Doctoral dissertation, Diponegoro University*.
- Badan Standardisasi Nasional. 2018. Polialuminium klorida. SNI 3822:2018
- Hasna, Fensa Alifia., 2020. Penentuan Kandungan Ferri Dalam Poli Aluminium Klorida Secara Spektrofotometri UV-Visible Di Laboratorium Balai Besar Kimia Dan Kemasan. Skripsi : Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.
- Ilyas, M., 2018. Sintesis *Poly Aluminium Klorida* (PAC) dari Limbah Aluminium Foil untuk Menurunkan Keekeruhan Air Sungai Je'neberang. Skripsi : Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Kurniawan, A., & Linggawati, A., 2017. Aplikasi Koagulan *Polyaluminium Chloride* Dari Limbah Kemasan Susu Dalam Menurunkan Keekeruhan Dan Warna Air Gambut.
- Peraturan Gubernur Jawa Timur Nomor 72 Tahun 2013 tentang Baku Mutu Air Limbah untuk Industri Asam Fosfat.
- Rahman, N. A. (2018). Sintesis *Poly Aluminium Chloride* (PAC) dari Limbah Serbuk Aluminium Untuk Menurunkan Keekeruhan Air Sungai Je'neberang. *Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar*, 1(1), 10-13.