

Kategori : MEMPELOPORI PENCEGAHAN POLUSI

Judul Program : PEMANFAATAN LIMBAH BATANG PISANG SEBAGAI BAHAN KOAGULAN ALAMI DI INSTALASI PENGOLAHAN AIR LIMBAH (IPAL) PT. JAWA POWER UNTUK MENGURANGI PENGGUNAAN KOAGULAN ANORGANIK

A. Latar belakang

Salah satu sumber air limbah dari PLTU batubara adalah berasal dari air limpasan dari area penimbunan batubara yang mengandung padatan tersuspensi / TSS (*Total Suspended Solids*) yang tinggi. Air limpasan ini kemudian diolah di unit IPAL (Instalasi Pengolahan Air Limbah) sebelum dibuang ke lingkungan atau dimanfaatkan kembali. Untuk mengurangi kandungan TSS dalam air limbah di IPAL; PT. Jawa Power menggunakan prinsip kimia fisika. Proses ini terdiri dari proses koagulasi¹ dan flokulasi², dilanjutkan dengan pengendapan (sedimentasi) lumpur dan penyaringan / filtrasi sebelum dihasilkan produk air olahan IPAL (effluent IPAL) yang lebih bersih.

Bahan koagulan yang digunakan saat ini di IPAL PT. Jawa Power adalah PAC (*Poly Aluminium Chloride*) yang merupakan koagulan anorganik. Meskipun memiliki kinerja yang tinggi namun PAC memiliki kandungan logam yang tinggi pula yang nantinya akan terikat dalam limbah lumpur IPAL yang terbentuk serta terikat sebagai residu di dalam air effluent IPAL. Dalam satu tahun IPAL PT. Jawa Power mengolah air limbah sebesar 200.000 m³ air limbah dan menghasilkan sekitar 80 Ton lumpur IPAL yang memiliki kandungan logam Al (Aluminium) karena penggunaan koagulan PAC di proses IPAL. Lumpur IPAL yang terbentuk kemudian dikirimkan ke perusahaan pengelola limbah B3 (Limbah Bahan Berbahaya & Beracun) yang berizin, dimana pada akhirnya lumpur tersebut akan ditimbun di fasilitas penimbunan akhir limbah B3. Sementara itu sekitar 50% air limbah yang telah diolah (*effluent*) di IPAL dimanfaatkan kembali untuk kegiatan penunjang proses produksi listrik, melalui program *3R Water*, sedangkan 50% sisanya masih dibuang ke lingkungan.

Aluminium (Al) merupakan komponen anorganik (logam) yang tidak dapat diurai oleh alam. Aluminium (Al) yang terkandung dalam effluent IPAL yang dibuang ke lingkungan berpotensi menyebabkan dampak negatif di masa yang akan datang. Oleh karena itu penggunaan bahan koagulan alami yang mudah terurai adalah salah satu solusi dari permasalahan ini.

Beberapa bahan alam ternyata memiliki kandungan bahan organik yang dapat berperan sebagai agen koagulan, salah satunya adalah batang pisang. Salah satu kelebihan koagulan dari bahan alam ini adalah komponen-komponennya yang mudah diurai di alam sehingga akan habis terurai dan tidak terakumulasi di lingkungan. Jika melihat siklus hidup pohon pisang, pohon ini hanya dapat berbuah sekali dalam siklus hidupnya yang kemudian setelah masa panen pohon/batangnya akan menjadi sampah dan akan memberikan dampak negatif jika timbunan sampahnya dalam volume yang besar dan tidak dikelola dengan baik. PT Jawa Power memiliki program inovasi yang menasar tiga tujuan pelestarian lingkungan sekaligus terkait permasalahan di atas, yaitu:

¹ Koagulasi adalah proses pengolahan air/air limbah dimana partikel/zat padat melayang (*suspended solid*) ukuran sangat kecil dan koloid digabungkan dan membentuk flok-flok dengan cara penambahan zat kimia (misalnya PAC (*Poly Aluminium Chloride*) dan Tawas)

² Flokulasi adalah proses pembentukan flok (gumpalan) pada pengadukan lambat untuk meningkatkan saling hubung antar partikel sehingga meningkatkan penyatuannya, dan pada akhirnya terbentuk flok (gumpalan) yang semakin besar dan mudah mengendap

- Pemanfaatan limbah batang pisang untuk pembuatan koagulan alami untuk mengurangi limbah batang pisang yang membusuk sehingga mengurangi emisi GRK (Gas Rumah Kaca) dari proses pembusukan limbah batang pisang di lingkungan.
- Pengurangan konsumsi koagulan anorganik PAC yang merupakan bahan B3 (bahan Berbahaya & Beracun) sehingga akan berkurang pula dampak negatif dari penggunaan bahan tersebut (seperti pengurangan bentukan limbah B3 kemasan PAC, dll.)
- Pemanfaatan koagulan alami dari limbah batang pisang di IPAL PT Jawa Power untuk mengurangi residu logam Al yang dibuang ke lingkungan dengan berkurangnya penggunaan PAC.

B. Tujuan program

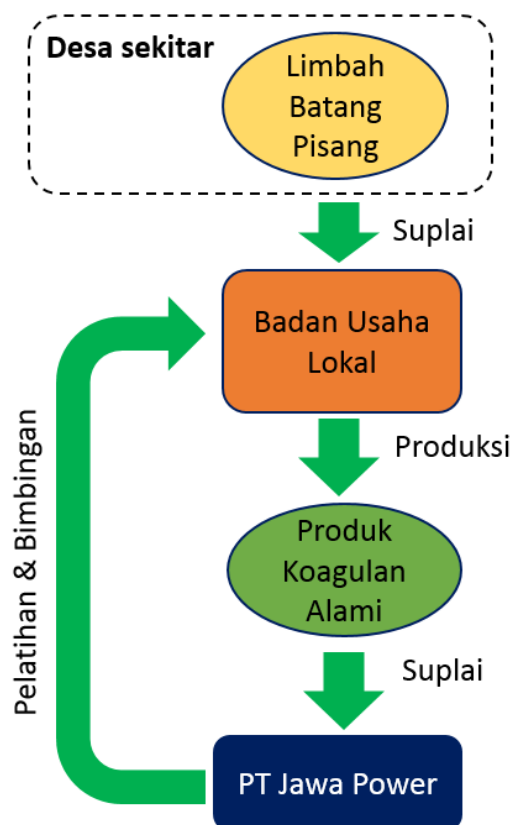
Tujuan dari program ini adalah untuk mengurangi penggunaan koagulan anorganik PAC sampai dengan 50% dari penggunaan normal dengan penambahan koagulan alami dari limbah batang pisang di IPAL PT. Jawa Power. Selain itu diharapkan limbah batang pisang di sekitar PLTU PT. Jawa Power juga dapat dimanfaatkan semaksimal mungkin sehingga dapat mengurangi dampak negatif dari limbah batang pisang yang tidak terkelola dengan baik. Di sisi lain program ini juga diharapkan dapat mendukung pertumbuhan ekonomi lokal dengan menciptakan lahan bisnis baru bagi masyarakat sekitar dalam bidang pengelolaan limbah batang pisang menjadi bahan koagulan alami.

Program ini dimulai dari studi literatur untuk mencari potensi pemanfaatan bahan alami sebagai koagulan yang dilanjutkan ke penelitian skala laboratorium untuk melihat kinerja koagulan alami yang akan diujikan. Setelah dioptimasi di skala laboratorium, kemudian dilakukan percobaan implementasi koagulan alami dari batang pisang di IPAL PT Jawa Power secara bertahap yang dimulai dengan skala kecil. Program ini terus dikembangkan secara berkelanjutan dengan bekerjasama dengan Instansi Akademik (Universitas Padjadjaran) dengan skema penelitian bersama untuk dapat merealisasikan target dan tujuan program seperti tersebut di atas.

C. Penerima manfaat program

Limbah batang pisang merupakan kebutuhan utama sebagai bahan baku pembuatan koagulan alami. Agar program ini dapat berjalan dengan lancar, dibutuhkan suplai limbah batang pisang yang melimpah dan berkelanjutan. Oleh karena itu pemberdayaan masyarakat sekitar yang memiliki tanaman pisang dapat diterapkan untuk mendukung program ini. Salah satu dampak positif dari program ini adalah memberikan manfaat finansial kepada masyarakat sekitar yang memiliki limbah batang pisang yang sebelumnya tidak berharga menjadi memiliki nilai ekonomis.

Penerima manfaat dari program ini dapat dibuka seluas-luasnya bagi masyarakat sekitar PLTU PT Jawa Power untuk pengadaan limbah batang pisang yang sesuai dengan kriteria dan berkelanjutan. Diharapkan program ini dapat mendukung pertumbuhan ekonomi lokal di desa-desa sekitar perusahaan dengan terbentuknya lahan bisnis baru yang menguntungkan secara ekonomi dan berdampak positif bagi lingkungan.



Gambar 1. Skema pengadaan koagulan alami untuk IPAL PT Jawa Power.

Dengan penggunaan koagulan alami, konsumsi PAC di IPAL PT Jawa Power akan berkurang sehingga perusahaan akan mendapatkan keuntungan finansial dengan berkurangnya biaya pengadaan PAC. Berkurangnya konsumsi PAC juga akan berdampak langsung terhadap berkurangnya bentukan limbah B3 kemasan PAC dari perusahaan selain itu, lumpur IPAL yang terbentuk juga akan berkurang secara volume yang juga akan memberikan keuntungan finansial dan teknis bagi perusahaan.

D. Permulaan program dan perencanaan waktu

Program ini diawali dari studi literatur pada tahun 2021 yang kemudian diikuti dengan beberapa percobaan skala laboratorium tahap pertama. Pada akhir tahun 2021 dilakukan percobaan dengan mengaplikasikan penambahan koagulan alami ke IPAL PT. Jawa Power dan didapatkan hasil cukup signifikan.

Pada awal tahun 2022 dilakukan penelitian tahap kedua untuk mengetahui kinerja koagulan alami dari batang pisang yang lebih intensif dengan bekerjasama dengan Universitas Padjadjaran untuk mendapatkan koagulan alami batang pisang yang berkinerja maksimal. Sesuai jadwal, percobaan skala laboratorium ini akan selesai pada pertengahan tahun 2022 dan kemudian jika tidak ada kendala, maka akan dilanjutkan ke percobaan aplikasi dengan skala yang lebih besar. Detail perencanaan seperti terdapat dalam Tabel 1.

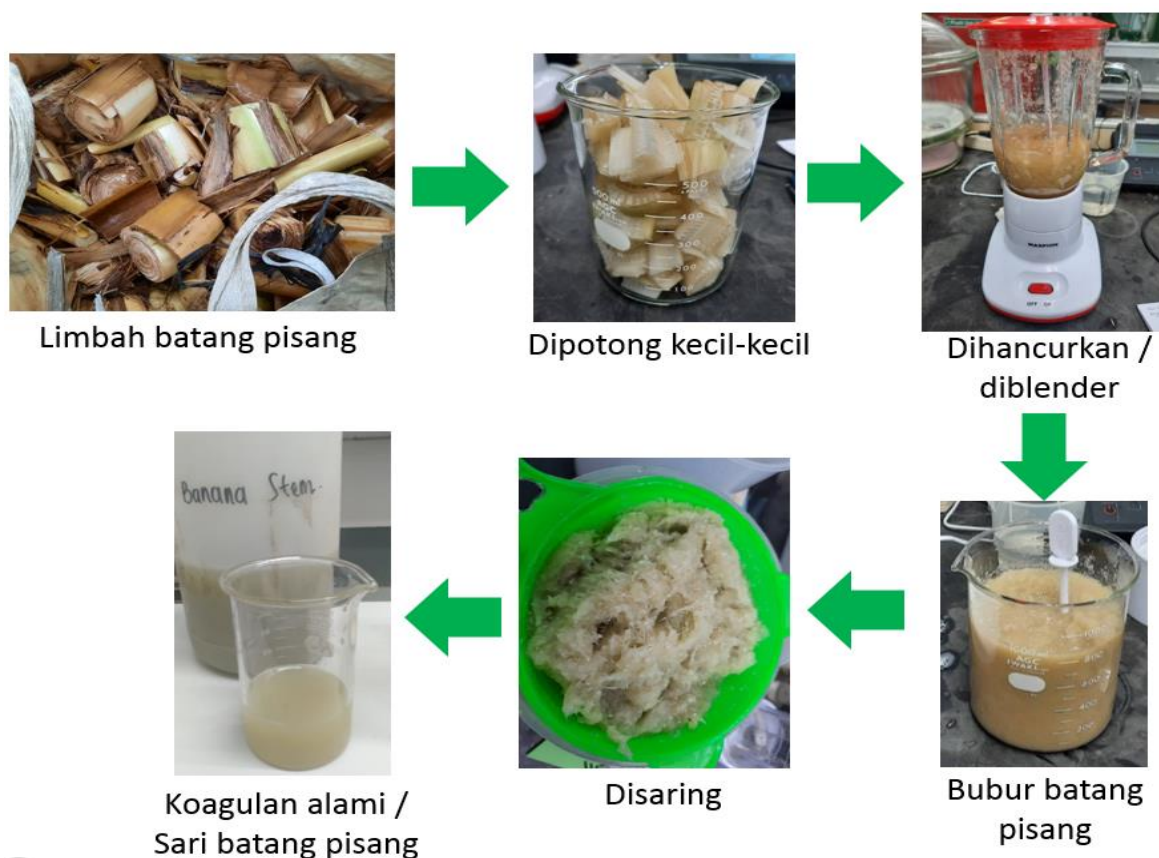
Tabel 1. Perencanaan program.

Kegiatan	Tujuan	Instansi terlibat	Waktu	Status saat ini
Studi literature tentang koagulan alami	Mencari potensi pemanfaatan beberapa bahan alam untuk pembuatan koagulan alami	PT Jawa Power – PT YTL Jawa Timur	Jan-Mar 2021	Selesai
Pemilihan bahan koagulan alami yang akan dimanfaatkan.	Menentukan bahan baku koagulan alami yang akan digunakan seterusnya. Batang pisang dipilih karena ketersediaannya melimpah di sekitar perusahaan	PT Jawa Power – PT YTL Jawa Timur	Apr – Jun 2021	Selesai
Percobaan skala laboratorium tahap pertama	Mengetahui metode preparasi bahan batang pisang untuk menjadi koagulan alami dan mengetahui kinerja koagulan alami dari bahan batang pisang	PT Jawa Power – PT YTL Jawa Timur	Jul – Sep 2021	Selesai
Percobaan skala operasional di unit IPAL tahap pertama	Mengetahui dampak pemakaian koagulan alami di IPAL PT Jawa Power	PT Jawa Power – PT YTL Jawa Timur	Okt – Des 2021	Selesai
Percobaan skala laboratorium tahap kedua	Mengoptimasi kinerja koagulan alami dari bang pisang	PT Jawa Power – PT YTL Jawa Timur, Universitas Padjadjaran	Jan – Mar 2022	Sedang berjalan
Percobaan skala operasional di unit IPAL tahap kedua	Mengetahui dampak pemakaian koagulan alami yang telah dioptimasi di IPAL PT Jawa Power	PT Jawa Power – PT YTL Jawa Timur, Universitas Padjadjaran	Apr – Jun 2022	Perencanaan
Finalisasi proses pembuatan koagulan alami batang pisang beserta spesifikasinya	Menentukan proses baku dan spesifikasi koagulan alami dari batang pisang untuk diaplikasikan di IPAL PT Jawa Power	PT Jawa Power – PT YTL Jawa Timur, Universitas Padjadjaran	Jul – Sep 2022	Perencanaan
Modifikasi peralatan IPAL untuk implementasi program	Menambahkan jalur injeksi baru untuk kogulan alami batang pisang sebagai tambahan dari jalur injeksi lama untuk koagulan PAC	PT Jawa Power – PT YTL Jawa Timur	Okt – Des 2022	Perencanaan

E. Implementasi

Bahan dasar pembuatan koagulan alami dalam program ini adalah limbah batang pisang yang berasal dari kebun atau tanaman pisang di wilayah sekitar PLTU PT Jawa Power. Pohon pisang yang digunakan adalah pohon pisang yang telah berbuah dan akan mati sehingga sudah tidak produktif lagi. Limbah batang pisang yang telah dipotong kecil-kecil kemudian dihancurkan dengan mesin pemeras/penghancur dan diambil sarinya. Sari dari batang pisang ini mengandung pati yang dapat berperan sebagai bahan aktif yang dapat mengikat padatan tersuspensi di dalam air limbah yang selanjutnya akan membentuk flok dan mengendap.

Pembuatan koagulan alami ini sudah dibuat dalam skala kecil (laboratorium) dan diuji coba dengan metode *jar test*³. Dari uji coba tersebut dapat disimpulkan bahwa koagulan alami dari batang pisang dapat berperan sebagai agen koagulan di sistem IPAL PT Jawa Power. Kinerja dari koagulan alami ini terus dioptimasi oleh PT Jawa Power dengan bekerjasama dengan Universitas Padjadjaran agar siap untuk diaplikasikan dalam skala besar di IPAL PT Jawa Power dalam rangka mengurangi konsumsi koagulan anorganik. Dari hasil optimasi ini diharapkan dapat dihasilkan koagulan alami yang memiliki kinerja yang mendekati atau bahkan menyamakan kinerja koagulan anorganik.



Gambar 2. Proses pembuatan koagulan alami dari limbah batang pisang.

Pada saat implementasi skala besar di IPAL PT Jawa Power, produksi koagulan alami dari limbah batang pisang ini rencananya akan dilakukan di desa sekitar PLTU PT Jawa Power dengan maksud untuk memberdayakan ekonomi lokal. Oleh karena itu, perlu dilakukan persiapan dan

³ *Jar test* adalah metode pengujian efektifitas bahan koagulan untuk proses koagulasi pada air limbah

pelatihan kepada masyarakat sekitar yang tertarik dalam pengelolaan limbah batang pisang untuk menjadi bahan koagulan alami. Dengan pemberdayaan ekonomi lokal maka program ini dapat memberikan dampak positif dalam pertumbuhan ekonomi masyarakat di sekitar perusahaan.

Meskipun memiliki potensi penurunan polusi serta manfaat ekonomi yang cukup besar, namun ada beberapa permasalahan yang perlu diselesaikan dalam penerapan program ini secara ideal. Beberapa permasalahan serta solusi yang dilakukan perusahaan dalam rangka menjalankan program ini dapat dilihat dalam Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Permasalahan dan solusi dalam program pemanfaatan limbah batang pisang untuk bahan koagulan alami

No	Permasalahan	Solusi
1.	Kinerja koagulan alami yang masih rendah.	Dilakukan optimasi dengan rancangan penelitian yang sesuai dengan bekerjasama dengan Jurusan Kimia Universitas Padjadjaran.
2.	Kebutuhan volume injeksi yang besar ke sistim IPAL PT Jawa Power.	Modifikasi dan penambahan peralatan baru untuk injeksi koagulan alami di IPAL PT Jawa Power.
3.	Kebutuhan batang pisang yang banyak dan kontinu.	Memberdayakan ekonomi local dengan membentuk badan usaha yang memberdayakan masyarakat sekitar untuk mensuplai koagulan alami dari batang pisang dengan kualitas yang baik.
4.	Membutuhkan kualitas koagulan alami yang baik dan terstandarisasi.	Memberikan pelatihan dan bimbingan kepada badan usaha pengelola batang pisang menjadi bahan koagulan alami.

Program ini dapat menjadi program percontohan pelestarian lingkungan yang dapat memberikan dampak positif terhadap pencegahan polusi sekaligus memberikan dampak positif terhadap perkembangan ekonomi lokal.

F. Hasil implementasi program

1. Hasil pengujian natural koagulan skala laboratorium (tahap pertama)

Dalam percobaan skala laboratorium kinerja koagulan alami yang telah dibuat diukur dan dianalisa peningkatan kinerja penyisihan kandungan padatan tersuspensi (TSS/*Total Suspended Solid*) dalam air limbah dengan dan tanpa penambahan koagulan alami. Dari hasil percobaan tersebut diketahui bahwa penambahan koagulan alami dengan dosis tertentu dapat meningkatkan kinerja penyisihan TSS dalam pengolahan air limbah.

Dokumentasi hasil percobaan tersebut yang ditunjukkan pada Gambar 3. Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa penambahan 1% koagulan alami batang pisang dapat meningkatkan kinerja penyisihan TSS secara signifikan dalam air limbah (bandingkan Nomor (2) dengan Nomor (5)). Efisiensi penurunan turbidity pada Nomor (2) adalah 97,66%, jauh lebih besar dari efisiensi penurunan Turbidity jar Nomor (5) sebesar 71,70% (terjadi peningkatan sebesar 25,96%).

Dengan penambahan bahan polimer (flokulan) dalam pengolahan air limbah maka kinerja campuran koagulan alami dan koagulan anorganik PAC akan semakin meningkat seperti ditunjukkan pada Jar Nomor (4) dengan efisiensi penurunan turbidity sebesar 98,90%. Kinerja koagulan alami ini akan terus ditingkatkan dengan mempelajari kandungan serta mekanisme kerja koagulan alami dari batang pisang dengan melakukan kerjasama penelitian dengan Jurusan Kimia Universitas Padjadjaran. Diharapkan nantinya, dapat dihasilkan koagulan alami dari batang pisang yang memiliki kinerja pengolahan air limbah yang maksimum.



Jar Nomor :	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
PAC :	5 ppm	5 ppm	5 ppm	5 ppm	5 ppm	5ppm
NK* :	2.5%	1%	2.5%	1%	0%	0%
Flocculants :	0%	0%	0.025%	0.025%	0%	0.025%

Gambar 3. Hasil uji kinerja koagulan alami dalam pengolahan air limbah PLTU batubara di laboratorium dengan metode *Jar Test*. NK*: Natural koagulan dari batang pisang.

2. Hasil pengujian natural koagulan skala operasional di IPAL PT. Jawa Power (tahap pertama)

Pengujian koagulan alami dalam skala operasional di IPAL PT. Jawa Power tahap pertama telah dilakukan dan memberikan hasil yang cukup menjanjikan. Percobaan ini dilakukan saat *turbidity* / kekeruhan air limbah di IPAL PT. Jawa Power tergolong rendah mengingat kinerja dari koagulan alami batang pisang ini masih belum optimum. Pada saat percobaan, koagulan alami batang pisang digunakan sebagai koagulan tunggal dalam proses IPAL PT. Jawa Power tanpa bantuan dari koagulan anorganik PAC. Dari hasil percobaan yang ditunjukkan pada Tabel 3 dibawah ini dapat dilihat bahwa dengan kekeruhan air limbah inlet IPAL sebesar 43 NTU⁴, koagulan alami batang pisang dapat menghasilkan air effluent IPAL sesuai dengan target operasional perusahaan yaitu kekeruhan dibawah 5 NTU.

⁴ NTU : *Nephelometric Turbidity Unit*, adalah satuan standar untuk mengukur tingkat kekeruhan dari air/air limbah, semakin besar nilainya maka cairan tersebut semakin keruh

Tabel 3. Hasil uji coba skala operasional di IPAL PT. Jawa Power

Trial No.	Aliran Air Limbah di IPAL	Dosis Koagulan Alami	Turbidity Inlet IPAL	Turbidity Outlet IPAL	% Penurunan Turbidity
	(m ³ /hour)	(mL/min)	(NTU)	(NTU)	(%)
1	40	750	43.3	1.38	96.81%
2	40	750	9.93	1.76	82.28%
3	40	750	11.8	1.37	88.39%
4	40	750	10.3	2.11	79.51%

Untuk pengembangan lebih lanjut perlu dilakukan percobaan skala operasional tahap kedua dengan memadukan penggunaan koagulan alami batang pisang dan koagulan anorganik PAC untuk memaksimalkan kinerja pengolahan air limbah di IPAL PT. Jawa Power. Namun untuk menjalankan hal tersebut perlu dilakukan modifikasi di IPAL PT. Jawa Power dengan menambahkan jalur baru untuk injeksi koagulan alami batang pisang yang terpisah dengan jalur injeksi koagulan PAC.

3. Hasil perhitungan potensi penurunan konsumsi PAC

Dari hasil percobaan skala laboratorium periode pertama yang telah dijelaskan pada bagian F.1. di atas, dapat dilihat bahwa penambahan koagulan alami batang pisang sebesar 1% dapat meningkatkan efisiensi penyisihan sebesar lebih dari 20%, maka dapat diasumsikan bahwa penambahan natural koagulan ke IPAL PT. Jawa Power berpotensi untuk menurunkan kebutuhan konsumsi PAC sebesar setidaknya 20%. Jika melihat jumlah rata-rata air limbah yang diolah di PLTU PT. Jawa Power per tahun maka potensi penurunan konsumsi PAC tersebut setara dengan 600 Kg PAC per tahunnya. Detail perhitungan tersebut dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Perhitungan potensi penurunan konsumsi koagulan anorganik PAC

Kondisi	Parameter	Jumlah	Satuan
Sebelum implementasi program	Air limbah	200000	m ³ /Tahun
	Dosing PAC	15	ppm
	Kebutuhan PAC	3000	Kg/Tahun
Setelah implementasi program pemakaian koagulan alami dari batang pisang di IPAL PT. Jawa Power	Potensi penurunan PAC	20%	%
		600	Kg/Tahun
	Dosis koagulan alami	1%	%
	Kebutuhan koagulan alami	2000	m ³ /Tahun
5,5		m ³ /Hari	

4. Hasil perhitungan potensi pemanfaatan limbah batang pisang

Dari hasil percobaan yang sama potensi pemanfaatan limbah batang pisang untuk bahan pembuatan koagulan alami dapat dihitung. Dari hasil perhitungan seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5 di bawah ini, sebesar 8,4 Ton limbah batang pisang dibutuhkan setiap harinya untuk dikonversi menjadi bahan koagulan alami. Jumlah ini masih cukup besar karena kinerja koagulan alami dalam pengolahan air limbah masih terbilang rendah. Dengan percobaan skala

laboratorium dan skala operasional tahap kedua diharapkan kinerja koagulan alami ini dapat meningkat dan berdampak pada berkurangnya kebutuhan limbah batang pisang.

Tabel 5. Perhitungan potensi pemanfaatan limbah batang pisang

Parameter	Jumlah	Satuan
Kandungan koagulan alami di batang pisang	0,65	Liter/Kg batang pisang
Kebutuhan koagulan alami	5,5	m ³ /Hari
Kebutuhan batang pisang	8430	Kg batang pisang/Hari

G. Hasil dan dampak

Dari segi pencegahan polusi air, seperti telah dijelaskan sebelumnya bahwa program ini berpotensi mengurangi konsumsi koagulan anorganik PAC sebesar 20% yang juga akan berdampak langsung terhadap penurunan beban pencemaran air dari residu logam Aluminium yang dibuang ke lingkungan sebesar 20%. Penurunan konsumsi PAC ini juga berarti penurunan penggunaan bahan kimia bagi PT. Jawa Power yang akan memiliki dampak positif ikutan dari penurunan ini, diantaranya: berkurangnya bentukan limbah kemasan PAC di perusahaan, berkurangnya jejak karbon perusahaan dari penggunaan PAC, berkurangnya dan lain-lain.

Sementara itu dalam hal pencegahan polusi udara, program ini berpotensi memanfaatkan sebesar 8,4 Ton limbah batang pisang per harinya. Jika menggunakan faktor emisi 0,0324 ton CH₄ / ton sampah organik, maka pemanfaatan limbah organik batang pisang seperti disebutkan sebelumnya dapat menghindari emisi gas rumah kaca (GRK) CH₄ sebesar 0,27 Ton per hari atau setara dengan 6,8 Ton CO₂ ekivalen per harinya.

Selain keuntungan berupa pencegahan polusi, program ini juga berpotensi untuk memberikan keuntungan finansial bagi masyarakat sekitar yang akan mendukung pertumbuhan ekonomi lokal. Program ini dapat menjadi percontohan industri hijau yang dapat diduplikasi di daerah lain.