

STUDI AWAL PENGOLAHAN LIMBAH DENGAN BEBAS COD-BOD TINGGI SECARA KOAGULASI FLOKULASI

Tunjung Wahyu Widayati, mahreni, Herman, Mohammad Catur SW
Jl, SWK 104 Lingkar Utara Condong Catur Yogyakarta

Abstract

Waste of chemical laboratory without dilution was analyzed and it was found that $pH = 5.5$ while $(COD=171\ 717\ mg/L)$ and $BOD = 10500.1\ mg/L$. This research carried out to reduce COD and BOD using flocculation and coagulation processes. Research has been done by mixing the waste with Alum in a flask equipped with a stirrer. Waste is stirred for 15 minutes at a constant speed of 150 rpm. After that the pH of the waste is increased by adding Calcium hydroxide $Ca(OH)_2$ so as to achieve a certain pH. The addition of alum and $Ca(OH)_2$ caused the formation of flock. The flock formed more and more, and left without stirring for 24 hours for maximum flock formation. Further separation of flock using a filter. The COD-BOD of the supernatant is analyzed. The purpose of the study to determine the pH and the ratio of alum:waste to the reduction of are greatly affect the reduction of COD/BOD. Reduction of COD/BOD highest achieved at pH 12.2 and the ratio of alum/waste is 1/0 (ml/ml) (COD reduction = 96%; BOD reduction = 68.5%). COD and BOD of effluent is still higher than the COD/BOD water quality standards set by the government regulation and still require further processing. So that the water can be safely discharged into the environment. Recommended further processing is an electrochemical process.

Keyword : Coagulation, flocculation, Chemical Laboratory, Waste water

Pendahuluan.

Pengolahan limbah laboatorium kimia khususnya limbah cair harus dilakukan agar supaya lingkungan disekitarnya aman dari kontaminasi bahan bahan kimia yang dihasilkan dari aktivitas praktikum. Selama ini limbah laboratorium hanya diencerkan sebelum dibuang ke lingkungan. Pengenceran tidak menyelesaikan masalah karena walaupun konsentrasinya sudah cukup rendah dan dianggap aman untuk dibuang ke lingkungan, tetapi jumlah bahan kimia tidak berkurang. Pada akhirnya terakumulasi di pembuangan akhir. Dampak dari limbah yang dibuang tanpa pengolahan menyebabkan kehidupan makhluk yang hidup di dalam air akan terganggu. Permasalahan dalam pengolahan limbah laboratorium kimia adalah COD dan BOD sangat tinggi. Kandungan COD/BOD disebabkan oleh bahan bahan kimia yang digunakan selama praktikum terdiri dari partikel terlarut dan koloid. Untuk menurunkan COD/BOD, partikel terlarut dan koloid harus dipisahkan. Hasil analisis awal limbah yang dihasilkan dari aktivitas praktikum menunjukkan kandungan COD sangat tinggi sehingga tidak mungkin dapat diolah secara biologi. Flokulasi-koagulasi adalah pengolahan limbah secara kimia-fisika yang dapat digunakan untuk

menurunkan COD secara efektif, relative murah, dapat dilakukan dengan mudah, dan tidak memerlukan lahan yang luas (Said Muhammad, 2009). Pada prinsipnya proses flokulasi-koagulasi adalah proses pengolahan limbah dengan bantuan bahan kimia flokulan dan koagulan agar supaya partikel terlarut dan koloid dapat diendapkan (Ginting, 1995).

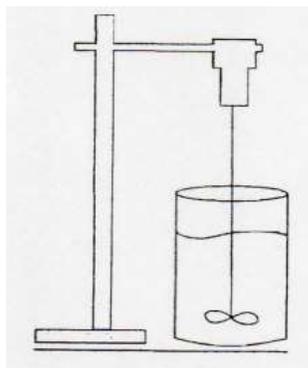
Partikel partikel terlarut dan koloid bersifat tidak netral (bermuatan positif atau negatif). Muatan negatif yang dimiliki oleh setiap partikel koloid menyebabkan partikel koloid mengalami gaya repulsive (tolak-menolak) sehingga koloid menjadi stabil (melayang di dalam cairan). Untuk mempercepat pengendapan dengan cara mengurangi gaya repulsive diantara partikel koloid dengan menambahkan koagulan dan flokulan. Kedua bahan kimia bekerja bersama dimana flokulan berperan sebagai destabilisator partikel koloid sehingga koloid menjadi tidak bermuatan atau netral dan mengendap (Wooddard & Currant, 2006). Bahan koagulan berperan untuk membesarkan flok-flok kecil sehingga berubah menjadi flok yang besar dan padat (dense) sehingga mudah mengendap (Eckenfelder, 1989).

Parameter yang sangat berpengaruh terhadap pembentukan flok dan kecepatan pengendapan adalah perbandingan flokulan:limbah dan pH air (Frank, 1988). Pada prinsipnya logam-logam dalam bentuk hidroksida akan mengendap pada pH basa. Dimana pH pengendapan logam tergantung pada jenis logam. Tujuan penelitian ini menentukan pH dan ratio alum/limbah terbaik dalam proses flokulasi-koagulasi dengan cara menganalisis COD dan BOD limbah sebelum dan sesudah pengolahan.

Metodologi.

Bahan-bahan dan alat penelitian:

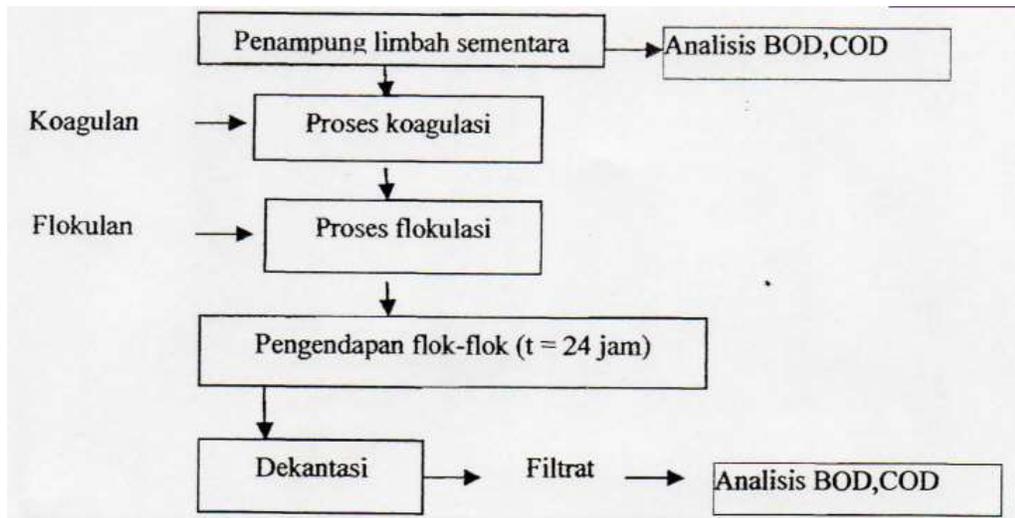
Bahan-bahan yang digunakan: Limbah cair sintetis, Aluminium Sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot 18 \text{H}_2\text{O}$), $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan NaOH . Alat-alat yang digunakan: Alat untuk flokulasi dan koagulasi: Satu set alat pencampur limbah dan koagulan-flokulan dilengkapi dengan pengaduk.



Gambar 1. Rangkaian alat penelitian Flokulasi dan Koagulasi

Cara Kerja

Menganalisa nilai COD dan BOD awal limbah laboratorim. Kemudian 50 mL ditambahkan alum sambil diaduk selama 15 menit, kemudian ditambah $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sampai pH yang ditentukan dengan kecepatan pengadukan, 150 rpm selama 10 detik. Setelah terbentuk flok kecepatan pengadukan dikurangi menjadi 50 rpm selama 15 menit sampai terbentuk flok - flok. Selanjutnya dilakukan proses pengendapan selama 24 jam tanpa pengadukan. Setelah terbentuk endapan, endapan disaring sehingga didapatkan filtrat hasil olahan. Filtrat dianalisis nilai COD dan BOD.



Gambar 2. Diagram alir penelitian

Hasil dan Pembahasan.

a). Hasil analisis awal limbah.

pH limbah = 5,5; COD = 171717 mg/L; BOD = 10500,1 mg/L.

b). Hasil penelitian pendahuluan

Membuat larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ jenuh. Larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ jenuh dibuat dari CaO dan aquades, diaduk dan dibiarkan selama 24 jam. Kalsium oksida (CaO) yang tidak larut akan mengendap dan dipisahkan. Supernatan (cairan) yang merupakan larutan CaO dalam air atau $\text{Ca}(\text{OH})_2$ digunakan sebagai basa untuk meningkatkan pH limbah. Larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ didapatkan dengan cara menambahkan CaO yang divariasi ke dalam air dengan volume tertentu. pH larutan dengan variasi berat CaO dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Hubungan pH dan Berat CaO yang Ditambahkan ke dalam 100 ml air

Aquades (ml)	CaO (g)	pH Ca(OH) ₂
100	10	9,1
100	15	10,6
100	20	11,8
100	25	12,5
100	30	12,5
100	35	12,5

Dari table tersebut dapat disimpulkan bahwa pH tertinggi Ca(OH)₂ adalah 12,5. pH konstan walaupun CaO yang ditambahkan terus ditambah sampai dengan 35 gram. Dapat disimpulkan bahwa pH larutan jenuh Ca(OH)₂ pada suhu ruangan adalah 12,5.

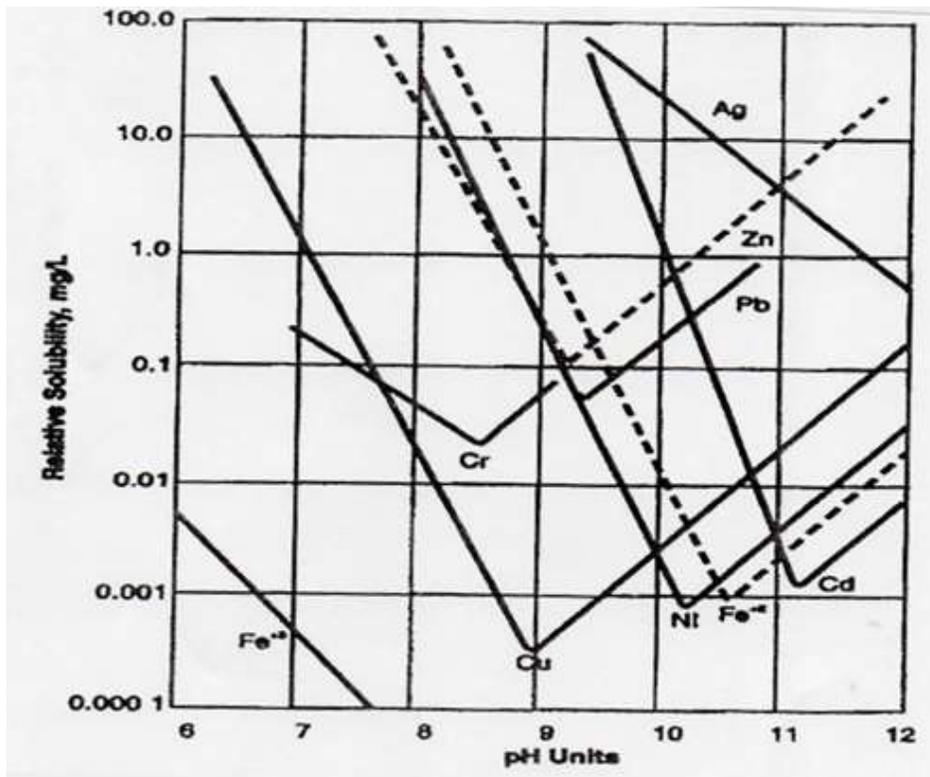
c). Pengaruh pH terhadap persen penurunan COD.

Dari hasil analisis COD/BOD dapat diketahui bahwa pH sangat berpengaruh terhadap kecepatan pembentukan dan banyaknya flok yang terbentuk. Hubungan antara pH dan penurunan COD limbah dapat dilihat pada Tabel 2. Volume limbah 50 ml. Volume alum temp 1 ml dan pH divariasi dari 8,5 sampai dengan 12,2.

Tabel 2. Hubungan pH dan Persentase Penurunan COD

pH	No. Lab	Ca(OH) ₂ :limbah (ml:ml)	Alum (ml)	COD (mg/L)	% Penurunan COD
8,5	1933 K	3:1	1	26263	84,71
9,0	1929 K	3,2:1	1	32323	81,18
9,5	2257 K	3,3:1	1	34747	79,76
10,0	1932 K	4:1	1	28283	83,53
10,5	2254 K	4,3:1	1	25859	84,94
11,5	4400 K	6,6:1	1	12462	92,74
12,2	4402 K	7,2:1	1	6533	96,20

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa semakin tinggi pH atau semakin basa maka penurunan nilai COD akan semakin besar yaitu pada pH 12 penurunan nilai COD 6533 mg/l (96,20 %). Hal ini disebabkan karena logam-logam akan mengendap pada kondisi pH yang berbeda. Seperti dapat dilihat pada Gambar 3. Sebagai contoh logam Cu akan mengendap atau kelarutannya minimal pada pH 9. Umuk logam Ni pada pH diantara 10-11 dan seterusnya. Jadi, pada setiap pH teramati, ada jenis logam tertentu yang mengendap. Pada pH 12,2 hampir semua logam sudah mengendap ditandai oleh persen penurunan COD paling tinggi.



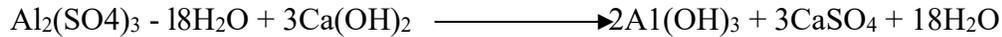
Gambar 3. pH Pengendapan logam

d). Pengaruh rasio alum/limbah terhadap penurunan COD limbah.

Jumlah alum yang ditambahkan ke dalam limbah sangat berpengaruh terhadap jumlah molekul Al(OH)₃ yang ada didalam limbah. Di dalam air limbah dengan adanya kalsium hidroksida alum akan mengalami reaksi sesuai dengan persamaan reaksi dibawah ini:

Reaksi kimia secara sederhana dapat ditunjukkan sebagai berikut : (Philip, 2002)





Molekul $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang dihasilkan oleh reaksi diatas berperan sebagai inti flok dan dapat menyerap partikel partikel yang bermuatan yang ada di sekelilingnya, Gabungan inti flok dan partikel partikel koloid menyebabkan flok semakin besar dan lama lama akan mengendap. Untuk menentukan jumlah alum yang diperlukan maka rasio alum/limbah divariasi.

Hasil analisis COD/BOD pada volume limbah 50 ml dan pada pH tetap dengan rasio 0 sampai dengan 7/50 ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Penurunan COD limbah dengem variasi volume alum.

pH	No. Lab	Ca(OH) ₂ :limbah (ml:ml)	Alum (ml)	COD (mg/L)	Persen penurunan COD
12,2	6394 K	6,1:1	0	13869	91,92
12,2	6397 K	6,4:1	0,5	13467	92,16
12,2	4402 K	6,6:1	1	6533	96,20
12,2	4398 K	7,7:1	3	9447	94,50
12,2	4396 K	8,2:1	5	10400	93,94
12,2	4395 K	8,5:1	7	10050	94,15

Dari tabel 3 dapat diketahui bahwa pada pH yang sama (12,2) penurunan nilai COD yang paling optimal terjadi pada penambahan alum 1 ml, persen penurunan COD 96,20 %. Hal ini dikarenakan alum berfungsi membantu dalam peugendapan yaitu mempercepat terbentuknya flok-flok menjadi lebih besar. Tetapi alum juga mengandung logam Al (Aluminium) sehingga semakin banyak alum yang ditambahkan semakin banyak pula Al yang masuk ke dalam limbah. Logan: Al dapat mengendap pada pH diantara 11-12, Peningkatan nilai COD pada penambahan alum diatas 1 ml kemungkinan masih ada Al yang belum mengendap sehingga akan menambah COD air hasil pengolahan.

e). Pengaruh penambahan alum terhadap penurunan BOD.

Banyaknya alum yang ditambahkan juga menurunkan BOD. Pada pH tetap 12,2 dan volume alum divariasi dari 0 Sampai dengan 7 ml penurunan BOD dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hubungan Variabel penambahan alum terhadap penurunan nilai BOD

pH	No. Lab	Ca(OH) ₂ : Limbah	Alum (ml)	BOD (mg/L)	Persen penurunan BOD
12,2	6394 K	6,1 : 1	0	3700	64,76
12,2	6397 K	6,4 : 1	0,5	3500,1	66,67
12,2	4402 K	6,6 : 1	1	3300,1	68,57
12,2	4395 K	8,5 : 1	7	470,1	95,52

Dari Tabel 4 dapat dilihat bahwa pada pH 12,2, semakin banyak alum yang ditambahkan maka penurunan BOD limbah semakin besar dan paling besar pada perbandingan alum/limbah = 7:50 (ml:ml) penurunan BOD paling tinggi yaitu 95,52. Hal ini dapat dijelaskan dengan teori zeta potensial koloid. Koloid yang ada di dalam limbah kemungkinan adalah protein. Protein dilihat dari Struktur kimianya adalah molekul yang mempunyai dua gugus fungsi yaitu gugus NH_2 yang bersifat basa dan gugus COOH bersifat asam. Alum adalah polielektrolit dan di dalam air akan terurai menjadi kation Al^{3+} dan SO_4^{2-} dimana ion ion ini akan berinteraksi dengan NH_2 dan COOH dan hasil interaksi ion ion yang berlawanan akan menetralkan muatan molekul protein sehingga protein akan mengendap. Terbukti semakin banyak alum yang ditambahkan maka penurunan BOD semakin besar.

Kesimpulan.

Proses koagulasi dan flokulasi sesuai digunakan untuk mengolah limbah laboratorium kimia tanpa pengenceran tetapi belum bisa memenuhi persyaratan standar kualitas air buangan karena kandungan COD/BOD awal limbah yang sangat tinggi. Parameter pH dan perbandingan volume alum:limbah sangat berpengaruh terhadap penurunan COD/BOD limbah dan pH terbaik didapatkan penurunan COD paling tinggi adalah pada pH 12,2. Perbandingan alum:limbah (1:50) (ml:ml). Pada kondisi tersebut penurunan COD limbah adalah 96,2 % dan penurunan BOD : 68,5 %. Penurunan BOD dapat ditingkatkan pada perbandingan alum:limbah = 7: 50 (ml:ml) dan dapat menurunkan BOD 95,52 %. Dari data data tersebut, dapat disimpulkan bahwa air hasil pengolahan secara flokulasi koagulasi masih memerlukan pengolahan lebih lanjut dan disarankan menggunakan cara elektrokimia. Beberapa penyebab masih tingginya COD limbah hasil pengolahan adalah flok flok yang berukuran mikroskopis lolos menembus kertas saring sehingga masih ada di dalam air limbah.

Daftar Pustaka.

Eckenfelder Jr, W Wesley, 1989, "Industrial Water Pollution Control", 2nd edition McGraw Hill, USA.

Fahdiaz, Srikandi, 1992, "P0lusi air dan Udara", Penerbit Kanisius, Yogyakarta.

Frank N., 1988, "The Nalco Water Handbook", 2nd edition, McGraw Hill, USA.

Perdana Ginting, Ir, Ms, 2007, "Sistem Pengolahan Lingkungan Dan Limbah Industri", YRAMA WIDYA, Bandung.

Philip Kristabto, Ir, 2002. "Ekologi Industri", Andi Offset, Yogyakarta-Surabaya.

Said Muhammad, 2009, "Pengolahan Air Limbah Laboratorium dengan Menggunakan Koagulan Alum Sulfat dan Poli Aluminium Klorida (PAC)", Jurnal Penelitian Sains, Desember : 12-8.

Wooddart & Carrant, 2006, "Industrial Waste Treatment Handbook", Amsterdam Boston - Heidelberg - London New York -Oxford - Paris -San diego - San francisco -Singapore - Sydney, Elsevier.