

PENENTUAN DOSIS OPTIMUM KOAGULAN FeCl_3 UNTUK PENGOLAHAN AIR LIMBAH INDUSTRI DENGAN METODE JAR TEST

¹ Nurul Asni, ² Rospian N.S.P, ³ Emmida Djonaedi, ⁴ Riski Wahyuni

^{1,2} Akademi Kimia Analisis Caraka Nusantara, Indonesia

³ Teknik Grafika Penerbitan, Politeknik Negeri Jakarta, Indonesia

⁴ PT. Mulia Agung Chemindo, Indonesia

Email: nurul.asni@gmail.com, rospiansuciuci@gmail.com,
emmidia.djonaedi@grafika.pnj.ac.id, riski.wahyuni@gmail.com

Abstrak

Limbah cair merupakan buangan yang dihasilkan dari kegiatan produksi yang menjadi salah satu permasalahan bagi setiap industri karena dapat mencemari perairan yang dimanfaatkan oleh masyarakat. Salah satu penanganannya adalah pengolahan limbah secara kimia dengan *test* koagulasi yang dilakukan dengan metode jar test. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan dosis optimum koagulan FeCl_3 , dilakukan dengan membandingkan aktivitas koagulan dengan variasi dosis pembubuhan dan konsentrasi, dengan parameter yang diujikan adalah kekeruhan, pH, TSS, dan TDS. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dosis optimum koagulan FeCl_3 untuk mengurangi zat kontaminan yang paling efektif adalah pada dosis pembubuhan sebanyak 0,2 mL pada konsentrasi 400 ppm dan hasil pengujiannya sesuai dengan standar baku mutu limbah buangan menurut KEP-51/MENLH/10/1995.

Kata Kunci: metode jar test; koagulan fecl_3 ; dosis optimum; limbah cair; kekeruhan; ph; tss; tds (FeCl_3 , pH, TSS, TDS)

Abstract

Liquid waste is waste resulting from production activities as one of the problems for every industry because it can contaminate the waters of which are be used by the community. One of the handlers is chemically wastewater treatment with coagulation test conducted by the method of jar test. This research aims to determine the optimal dose of coagulant FeCl_3 , done by comparing coagulant activity with the variation of dose and concentration, with parameters tested is turbidity, pH, TSS, and TDS. The test results show that the optimum coagulant dose FeCl_3 to reduce contaminant substance that is most effective at doses 0.2 mL on the concentration of 400 ppm and test results in accordance with the standard waste quality standards according to KEP-51 / MENLH / 10/1995.

Keywords: jar test method; coagulants fecl_3 ; optimum dose; liquid waste; turbidity; ph; tss; tds (FeCl_3 , pH, TSS, TDS)

Pendahuluan

Limbah cair adalah limbah yang keluar dari proses produksi baik berupa sisa proses, hasil sampingan, bekas air cucian, maupun air pendinginan. Keberadaan limbah cair didalam ekosistem umumnya mengandung zat-zat organik dan zat-zat kimia lainnya yang membawa dampak negatif terhadap lingkungan perairan dan kesehatan masyarakat, antara lain (Yulianto, 2008):

- 1) Menurunkan kadar oksigen terlarut dalam air.
- 2) Musnahnya biota air.
- 3) Gangguan kesehatan.

Terdapat tiga cara pengolahan limbah antara lain, secara fisika, kimia, dan biologi. Salah satu cara pengolahan limbah cair adalah secara kimia. Pengolahan limbah cair secara kimia dilakukan untuk memisahkan partikel-partikel koloid dan zat padat tersuspensi yang halus serta senyawa lain yang sulit dipisahkan dengan cara pengolahan fisik (Supriyanti, 1991).

Prinsip yang digunakan untuk mengolah limbah cair secara kimia adalah menambahkan bahan kimia (koagulan) yang dapat mengikat bahan pencemar yang terkandung dalam air limbah, kemudian memisahkannya dengan cara mengendapkan atau mengapungkan.

Kekeruhan dalam air limbah dapat dihilangkan melalui penambahan bahan kimia yang disebut koagulan dan flokulan. Pada umumnya bahan seperti aluminium sulfat (tawas), fero sulfat, poli ammonium klorida atau polielektrolit organik dapat digunakan sebagai koagulan.

Untuk menentukan dosis optimal, koagulan yang sesuai, dan pH yang digunakan dalam proses pengolahan air limbah. Secara sederhana dapat dilakukan dalam laboratorium dengan menggunakan metode jar test yang merupakan model sederhana dari proses koagulasi.

Jar Test adalah rangkaian tes untuk mengevaluasi proses-proses koagulasi dan flokulasi serta menentukan dosis pemakaian bahan kimia. Penambahan bahan kimia tidak dapat dilakukan sembarang, harus dosis yang tepat dan bahan kimia yang cocok serta harus memperhatikan pHnya. Sehingga jar test bertujuan untuk mengoptimalkan pengurangan polutan dengan (Risdiyanto, 2007):

1. Mengevaluasi koagulan dan flokulan.
2. Menentukan dosis bahan kimia.
3. Mencari pH yang optimal.

Koagulan FeCl_3 efektif untuk limbah cair dengan kesadahan rendah dan intensitas warna yang tinggi, namun kelemahan dari koagulan FeCl_3 adalah karena sifatnya yang korosif serta akan memberi efek warna pada limbah tidak berwarna jika konsentrasinya berlebih, timbulnya warna ini disebabkan oleh Fe^{3+} yang terlarut dalam air limbah menyebabkan timbulnya warna merah (PDK Wulan, 2010).

Dosis koagulan yang berlebihan maupun yang kurang dapat menurunkan efisiensi padatan. Kondisi tersebut dapat dikoreksi dengan percobaan jar test dan memverifikasi

kinerja proses setelah melakukan perubahan dalam operasi proses koagulasi (Davis & Cornwell, 1998).

Berdasarkan uraian tersebut, maka dijadikan pertimbangan untuk melakukan uji penentuan dosis optimum terhadap koagulan $FeCl_3$ dengan menggunakan metode jar test dalam pengolahan limbah cair sehingga dihasilkan air limbah yang sesuai dengan baku mutu limbah cair buangan.

Metode Penelitian

1. Bahan

Bahan yang digunakan adalah sampel limbah cair Cair pada industri makanan , koagulan $FeCl_3$, larutan $NaOH$ 25%, dan Flokulan (Polimer Anionik).

Alat yang digunakan adalah peralatan gelas kimia, Neraca Analitik Digital Vibra HT, TDS meter model YK-22CT, TSS meter HACH model DR2500, Turbidity meter HACH model 2100Q dan pH meter.

2. Metode

Metode yang digunakan untuk penentuan dosis optimum koagulan $FeCl_3$ adalah metode jar test.

a) Jar Test

Sampel limbah cair sebanyak 200 mL dimasukkan kedalam gelas *beaker* 500 mL, kemudian diukur pHnya (jika pH sampel asam, maka tambahkan $NaOH$ 25% sampai pH sampel menjadi basa).

Dibuat sebanyak 5 sampel dengan variasi sebagai berikut:

Tabel 1
Dosis Koagulan $FeCl_3$

<i>Gelas Beaker</i>	<i>Konsentrasi (Ppm)</i>	<i>Volume Koagulan $FECL_3$ (ML)</i>
1	100	0,05
2	200	0,1
3	300	0,15
4	400	0,2
5	500	0,25

Sampel limbah yang telah dibubuhi koagulan diaduk cepat selama 1 menit dan diaduk lambat selama 2 menit, kemudian diamkan selama 5 menit, setelah itu tambhkan flokulan sebanyak 1 mL pada masing masing sampel dan diaduk lambat selama 1 menit, kemudian diamkan lagi sampai filtrat dengan flok terpisah. Selanjutnya diambil filtratnya untuk pengujian terhadap parameter pH, Kekeruhan, TDS dan TSS.

b) Uji pH

Sampel disiapkan dalam gelas *beaker* 100 mL secukupnya, kemudian menyiapkan pH meter yang telah dibersihkan dengan aquades. Elektroda pH meter dicelupkan kedalam gelas *beaker* berisi sampel sampai menunjukkan pembacaan

yang tetap. Kemudian catat angka yang tertera pada *display*. Selanjutnya bersihkan kembali pH meter yang telah digunakan dengan aquades dan keringkan.

c) Uji TDS

Filtrat sampel dipipet sebanyak 100 mL ke dalam gelas *beaker*. TDS sampel kemudian diukur dengan TDS meter dengan cara elektroda TDS meter dicelupkan kedalam sampel, kemudian catat angka yang tertera pada *display*.

Keterangan: pengukuran kekeruhan dan TSS dilakukan di LABKESDA. Sehingga prosedur tidak dicantumkan.

Hasil dan Pembahasan

Metode jar test digunakan untuk mengevaluasi proses-proses koagulasi serta untuk menentukan dosis pemakaian bahan kimia. Penentuan dosis optimum bertujuan untuk mengetahui dosis koagulan yang paling efektif untuk menghilangkan partikel koloid karena penambahan koagulan yang kurang maupun yang berlebih tidak menjamin hasil yang diperoleh baik. Menurut (Suryadiputra, 1995), penambahan koagulan yang semakin banyak dapat menyebabkan pemecahan kembali padatan yang sudah terbentuk, dikarenakan dosis koagulan mencapai konsentrasi berlebih sehingga terjadi penstabilan kembali muatan koloid yang terbentuk yang menyebabkan koloid menjadi stabil kembali. Prinsip koagulasi dan flokulasi yaitu proses destabilisasi partikel koloid dan memperbesar laju pembentukan flok.

Pada pengujian dengan metode jar test dilakukan pengadukan secara cepat dan lambat. Pengadukan secara cepat berfungsi untuk menyebarkan bahan kimia, sehingga koagulan dan sampel tercampur merata. Sedangkan pengadukan secara lambat berfungsi agar campuran koagulan dengan sampel limbah yang telah merata membentuk gumpalan atau flok dan dapat mengendap dengan cepat.

Pemilihan dosis koagulan FeCl₃ pada pengujian ini berdasarkan eksperimen semata, dikarenakan sampel limbah cair pada industri makanan memiliki intensitas warna yang tinggi dan tingkat kekeruhan yang tinggi sehingga dipilih dosis pembubuhan koagulan dengan konsentrasi ≥ 100 ppm.

Setelah diperoleh filtrat hasil dari pengujian dengan menggunakan metode jar test, dilakukan analisa terhadap beberapa parameter yang diujikan antara lain pH, Kekeruhan, Total Padatan Tersuspensi (TSS) sebagai parameter penentuan dosis optimum dan Total Padatan Terlarut (TDS) sebagai parameter uji tambahan.

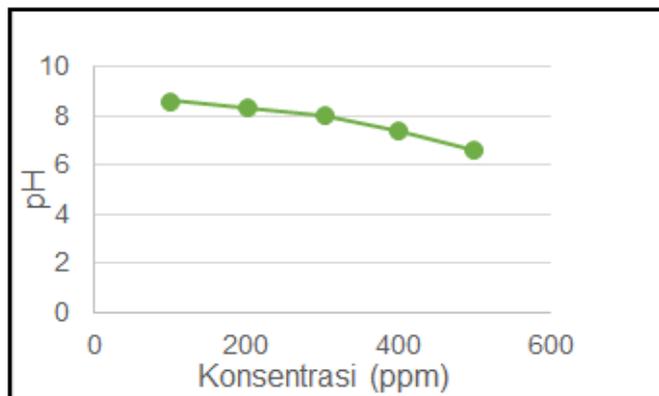
1. Uji pH

Tabel 2
Hasil Uji pH

Konsentrasi Koagulan (Ppm)	PH	
	Awal	Akhir
100	9	8,6
200	9	8,3
300	9	8,0
400	9	7,4
500	9	6,6

Nilai pH air limbah sebelum diberi perlakuan adalah 7, kemudian dibuat dalam suasana basa menjadi pH 9 dengan penambahan larutan NaOH 25%, agar koagulan FeCl₃ dapat bekerja dengan efektif dan sebagai upaya untuk menetralkan pH limbah setelah di bubuh koagulan FeCl₃.

Gambar 1. Menunjukkan bahwa pH air limbah sesudah di beri perlakuan penambahan dosis koagulan FeCl₃ 0,05 mL sebesar 8,6, penambahan dosis koagulan FeCl₃ 0,1 mL sebesar 8,3, penambahan dosis koagulan FeCl₃ 0,15 mL sebesar 8,0, penambahan dosis koagulan FeCl₃ 0,2 mL sebesar 7,4, dan penambahan dosis koagulan FeCl₃ 0,25 mL sebesar 6,6. Penurunan nilai pH pada limbah ini masih memenuhi standar baku mutu yang diatur dalam Kep. Men. Neg. L. H. No.: KEP-51/MENLH/10/1995, tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri, yaitu pH masih berkisar diantara 6-9.



Gambar 1
Grafik Hubungan Konsentrasi koagulan dengan pH

Dari Gambar diatas dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi koagulan maka semakin turun nilai pH limbahnya, artinya penambahan dosis koagulan yang semakin banyak menyebabkan penurunan nilai pH.

Penurunan nilai pH ini disebabkan karena FeCl₃ yang bersifat asam dan alkalinitas yang ada dalam air limbah dipakai untuk menghidrolisis kation besi menjadi logam hidroksida (Fe(OH)₃). Pengukuran pH air limbah dilakukan menggunakan pH meter sesudah perlakuan dengan penambahan dosis koagulan FeCl₃. (Noorjanah, 2015).

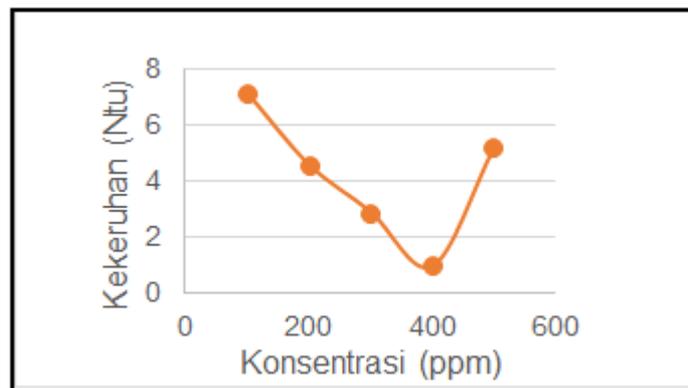
2. Uji Kekeruhan

Tabel 3
Hasil Uji Kekeruhan

Konsentrasi Koagulan (ppm)	Nilai Kekeruhan (Ntu)
100	7,17
200	4,59
300	2,90
400	0,94
500	5,18

Karakteristik sampel air limbah yang dapat dilihat secara fisik adalah intensitas warna yang tinggi, dimana sampel berwarna coklat keabu-abuan yang pekat. Hasil pemeriksaan kekeruhan sampel air limbah sebelum dilakukan perlakuan mempunyai nilai kekeruhan yang besar yaitu 454 Ntu, dimana melebihi nilai maksimum yang ditetapkan dalam standar baku mutu air bersih menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 416/MENKES/PER/IX/ 1990.

Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 3. Penambahan dosis koagulan FeCl_3 0,05 mL adalah 7,17 Ntu, penambahan dosis koagulan FeCl_3 1 mL adalah 4,59 Ntu, penambahan dosis koagulan FeCl_3 0,15 mL adalah 2,90 Ntu, penambahan dosis koagulan FeCl_3 0,2 mL adalah 0,94 Ntu, dan penambahan dosis koagulan FeCl_3 0,25 mL adalah 5,18 Ntu.



Gambar 2
Grafik Hubungan Konsentrasi Koagulan dengan Kekeruhan

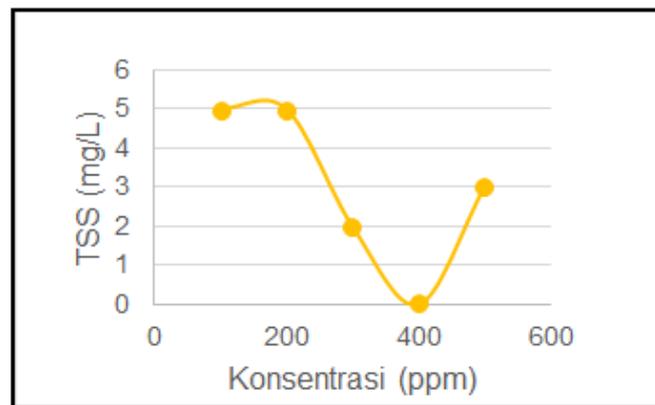
Berdasarkan hasil pengujian, semua dosis koagulan FeCl_3 yang ditambahkan dapat menurunkan kekeruhan pada air limbah sesuai dengan standar baku mutu air bersih menurut Peraturan Menteri Kesehatan Nomor:416/MEN.KES/PER/IX/1990, mengenai persyaratan kualitas air bersih dimana kekeruhan maksimal yang diperbolehkan adalah 25 Ntu, namun dari Gambar 2 terlihat bahwa penurunan tingkat kekeruhan yang paling efektif adalah pada konsentrasi 400 ppm dimana dosis koagulan FeCl_3 yang di tambahkan sebanyak 0,2 mL dapat menurunkan tingkat kekeruhan air limbah sampai 0,94 Ntu, penurunan tingkat kekeruhan yang terbesar ini merupakan dosis optimum dari penambahan koagulan FeCl_3 . Penurunan tingkat kekeruhan terjadi karena padatan tersuspensi yang halus yang terdapat dalam air limbah dapat terendapkan membentuk flok yang menggumpal sehingga dapat menurunkan tingkat kekeruhan air limbah. Dalam hal ini, tingkat kekeruhan dengan kadar TSS berbanding lurus, yaitu jika kadar TSS dalam air limbah tinggi maka tingkat kekeruhan limbah tersebut juga tinggi.

3. Uji Total Padatan Tersuspensi (TSS)

Tabel 4
Hasil Uji TSS

Konsentrasi Koagulan (ppm)	TSS (mg/L)
100	5
200	5
300	2
400	0
500	3
Limbah	3420

Hasil pengujian kadar TSS sebelum diberi perlakuan adalah 3420 mg/L. Sedangkan hasil pengukuran dengan menggunakan koagulan FeCl_3 sesudah diberi perlakuan pengadukan cepat selama 1 menit dan pengadukan lambat selama 2 menit serta pengendapan selama 5 menit didapatkan pada Tabel 4. Dimana penurunan kadar TSS sesudah penambahan koagulan FeCl_3 berturut –turut pada dosis 0,05 mL dan 1 mL penurunan kadar TSS sampai 5 mg/L, dosis koagulan FeCl_3 sebanyak 0,15 mL menurunkan kadar TSS sampai 2 mg/L, penambahan dosis koagulan FeCl_3 0,2 mL menurunkan kadar TSS sampai 0 mg/L, dan penambahan koagulan FeCl_3 sebanyak 0,25 mL dapat menurunkan kadar TSS sampai 3 mg/L.



Gambar 3
Grafik Hubungan Konsentrasi Koagulan Dengan TSS

Kadar TSS air limbah tersebut melebihi standar baku mutu yang ditetapkan yaitu lebih dari 200 mg/L. Namun setelah diberi koagulan FeCl_3 , kadar TSS turun drastis dan sudah sesuai dengan standar baku mutu yang diatur dalam Kep. Men. Neg. L. H. No.: KEP-51/MENLH/10/1995, tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri. Menurut [Siti Noorjanah \(2015\)](#), Penurunan kadar TSS ini dikarenakan

koagulan FeCl_3 membuat partikel koloid membentuk flok-flok sehingga flok tersebut menggumpal dan kemudian dapat diendapkan.

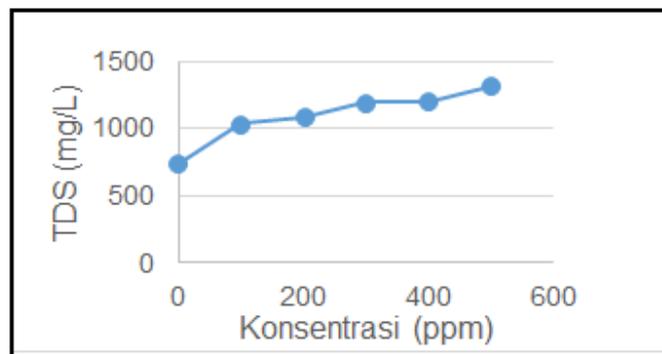
Berdasarkan hasil pengujian diperoleh bahwa semua dosis koagulan FeCl_3 dapat menurunkan kadar TSS, namun hasil terbaik terdapat pada konsentrasi 400 ppm dimana dosis koagulan FeCl_3 yang ditambahkan sebanyak 0,2 mL dapat menghilangkan padatan tersuspensi sampai 0 mg/L. Penurunan kadar TSS yang paling rendah dari kadar TSS awal inilah yang menjadi dosis optimum pembubuhan koagulan FeCl_3 .

4. Uji Total Padatan Terlarut (TDS)

Tabel 5
Hasil Uji TDS

Konsentrasi Koagulan (ppm)	TDS (mg/L)
100	1039
200	1089
300	1196
400	1205
500	1320
Limbah	737

Hasil pengujian kadar TDS sebelum diberi perlakuan adalah 737 mg/L, masih memenuhi standar baku mutu berdasarkan Kep. Men. Neg. L.H. No.: KEP-51/MENLH/10/1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri yaitu kadar maksimum TDS yang diperbolehkan adalah 2000 mg/L.



Gambar 4
Grafik Hubungan Konsentrasi Koagulan dengan TDS

Berdasarkan hasil pengujian yang dapat dilihat pada Gambar 4. Semakin tinggi konsentrasi maka semakin tinggi pula padatan terlarut air limbah, namun masih sesuai dengan standar baku mutu yang diatur dalam Kep.Men.Neg.L.H.No.: KEP-51/MENLH/10/1995, dimana pada konsentrasi 100 ppm kadar TDSnya adalah 1039, pada konsentrasi 200 ppm kadar TDSnya adalah 1089, pada konsentrasi 300 ppm kadar TDSnya adalah 1196, pada konsentrasi 400 ppm kadar TDSnya adalah 1205, dan pada konsentrasi 500 ppm kadar TDSnya adalah 1320. Hal ini disebabkan karena

semakin banyaknya zat yang terlarut dalam air limbah akibat penambahan bahan kimia seperti koagulan FeCl_3 , NaOH , dan Flokulan pada saat proses pengujian.

Pengukuran TDS bertujuan untuk mengetahui jumlah padatan terlarut pada masing-masing konsentrasi setelah dilakukan pengujian jar test, dimana pada dosis optimum yaitu pada konsentrasi 400 ppm jumlah padatan terlarut masih memenuhi standar baku mutu limbah buangan industri.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan diatas maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan koagulan untuk pengolahan sampel limbah cair pada industri makanan dengan metode jar test optimum pada pH 7,4 dan konsentrasi 400 ppm dengan dosis pembubuhan sebanyak 0,2 mL dapat menurunkan kadar kekeruhan dan TSS dalam sampel limbah.

Hasil pengujian terhadap parameter uji pH, kekeruhan, TSS, dan TDS memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan dalam Kep.Men.Neg.L.H.No.: KEP-51/MENLH/10/1995, tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan industri.

BIBLIOGRAFI

- Davis, Mackenzie Leo, & Cornwell, David A. (1998). *Introduction to environmental engineering*. WCB McGraw-Hill. [Google Scholar](#)
- Norjannah, Siti. (2015). *Keefektifan Dosis Koagulan Feri Klorida (FeCl_3) dalam Menurunkan Kadar Total Suspended Solids (TSS) pada Air Limbah Batik Brotoseno Masaran Sragen*. Universitas Muhammadiyah Surakarta. [Google Scholar](#)
- Praswasti, P. D. K., Dianursanti, Dianursanti, Gozan, Misri, & Nugroho, Wahyu Ardie. (n.d.). *Optimasi Penggunaan Koagulan pada Pengolahan Air Limbah Batubara. Optimasi Penggunaan Koagulan Pada Pengolahan Air Limbah Batubara*. [Google Scholar](#)
- Risdianto, Dian. (2007). *Optimisasi proses koagulasi flokulasi untuk pengolahan air limbah industri jamu (studi kasus PT. Sido Muncul)*. *Magister Teknik Kimia, Universitas Diponegoro, Semarang*. [Google Scholar](#)
- Supriyanti, K. (1991). *Pengolahan Limbah Cair Secara Kimia*. [Google Scholar](#)
- Suryadiputra, I. N. N. (1995). *Pengantar Kuliah Pengolahan Air Limbah: Pengolahan Air Limbah dengan Metode Kimia (Koagulasi dan Flokulasi)*. *Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor*. [Google Scholar](#)
- Yulianto, Teguh. (2008). *Pengukuran pH, Turbidity, COD pada Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Oleo Kimia Bekasi*. *Jakarta (ID): AKA Caraka Nusantara*. [Google Scholar](#)

Copyright holder:

Nurul Asni, Rospian N.S.P, Emmida Djonaedi, Riski Wahyuni (2022)

First publication right:

Syntax Literate: Jurnal Ilmiah Indonesia

This article is licensed under:

